广东省公务员和专业技术人员培训系列教材

GuotuZiyuanXitongDizhiZaihaiTufaShijianYingjiGuanli

# 国土资源系统地质灾害突发事件应急管理

张建国　张超群　主　编

广东省地图出版社

责任编辑：李　东　王建军
责任技编：吴金平　李伟成
封面设计：温颖华
版式设计：璜　士

ISBN 978-7-80721-284-3

定价：36.00元

广东省公务员和专业技术人员培训系列教材

# 国土资源系统地质灾害突发事件应急管理

主　编　张建国　张超群
副主编　易顺民　龚淑云　梁俊平

广东省地图出版社

图书在版编目（CIP）数据

国土资源系统地质灾害突发事件应急管理 / 张建国，张超群主编. —广州：广东省地图出版社，2008.6
ISBN 978-7-80721-284-3

Ⅰ. 国… Ⅱ. ①张…②张… Ⅲ. 地质灾害－紧急事件－安全管理－技术培训－教材 Ⅳ. P694

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 086753 号

国土资源系统地质灾害突发事件应急管理
张建国　张超群　主编

广东省地图出版社
（广州市环市东路 468 号　510075）

字数：180 千字　开本：787×1092　1/16　印张：12
2008 年 7 月第 1 版　2008 年 7 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-80721-284-3 / P·16
定价：36.00 元

# 提高预防和处置突发性公共事件能力<br>为构建社会主义和谐社会提供保证

中共中央政治局委员、广东省委书记 张德江

党的十六届六中全会作出《关于构建社会主义和谐社会若干重大问题的决定》，这是以胡锦涛同志为总书记的党中央站在新的历史高度作出的重大战略决策，是我们党在新世纪新阶段治国理政的新方略，对我们党团结带领全国各族人民，树立和落实科学发展观，全面建设小康社会，加快推进社会主义现代化具有十分重要的意义。

构建社会主义和谐社会，关键在党，核心在建设一支高素质的干部队伍。广东要在构建社会主义和谐社会中更好地发挥排头兵作用，必须培养造就一支素质高、作风好、能力强的干部队伍。实践证明，培训是提高干部素质和能力的最有效手段之一。各级党委、政府要十分重视干部培训教育工作，认真落实中央提出的大规模培训干部、大幅度提高干部素质的战略任务，坚持以马克思列宁主义、毛泽东思想、邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导，全面贯彻落实科学发展观，紧紧围绕党和国家工作大局，逐步加大干部培训投入，完善干部培训制度，加强干部培

训考核，按照胡锦涛总书记提出的“联系实际创新路、加强培训求实效”的要求，努力开创培训教育工作新局面。

积极预防和妥善处置突发公共事件，是维护人民群众利益和社会稳定，构建社会主义和谐社会的重要任务，是对各级党委、政府执政能力的现实考验。我省正处于改革和发展的关键时期，必须把积极预防和妥善处置突发公共事件摆在突出位置，认真抓好。

广东省人事厅组织省直单位编写突发公共事件应急管理培训系列教材，是一项具有战略意义的基础性工作。要利用好这套教材，对全省公务员和专业技术人员开展全员培训，提高预防和处置突发公共事件能力。

各部门、各单位要以对党和人民高度负责的态度，精心组织培训，全省公务员和广大专业技术人员要积极参加培训，我们共同努力，为建设经济强省、文化大省、法治社会、和谐广东，实现全省人民的富裕安康而奋斗！

二〇〇七年一月三日

# 序言

胡锦涛总书记强调指出:“要全面落实汛期地质灾害防治的各项制度和措施，进一步提高监测预报和应急反应能力，最大限度地减少人员伤亡和财产损失”。广东省在漫长的地质历史演化过程中，经历了多次构造运动的作用，形成了特殊脆弱的地质环境，加上处于台风暴雨多发地区，从而成为我国东南沿海地质灾害多发省份之一。改革开放以来，在经济社会发展进程中，人类工程经济建设活动和近年来极端气候对地质环境产生的负面影响，特别是广大山区农村因为人多地少，依山削坡建房，随意切坡开挖，改变斜坡土体结构，以及部分工程大范围开挖，存在大量高陡危险边坡隐患，在一定时期内广东省还将处于地质灾害频发的高态趋势。因此，广东省地质灾害防治工作的形势依然严峻，提高地质灾害应急反应、监测预警、科技支撑和依法监督管理的能力十分必要。

实践证明，全面提升广东省国土资源管理干部和社会公众预防与处置地质灾害突发事件的应急能力，培训是关键，编写符合广东省地质灾害防治工作实际的培训教材是基础。省国土资源厅党组高度重视教材的编写工作，厅领导多次过问，分管副厅长负责组织，厅地质勘查与环境处具体落实，组织了具有丰富实践经验的专家和有关人员共同编写。本教材坚持理论联系实际，在充分调研和广泛吸取国内外地质灾害调查、评价和应急管理研究成果的基础上，着力探讨地质灾害突发事件应急管理的内在规律，实现了基础性、理

论性、前瞻性、科学性和可操作性相统一。同时，这本教材是广东省第一本研究地质灾害突发事件应急管理的专著。它的出版必将对广东省进一步贯彻落实《中华人民共和国突发事件应对法》、国务院《地质灾害防治条例》和《广东省地质环境管理条例》，坚持"预防为主、避让与治理相结合和全面规划、突出重点"的原则，实现地质灾害造成的人员伤亡和直接经济损失大幅度减少的目标，提高地质灾害应急反应、监测预警、科技支撑和依法监督管理能力产生积极的作用。

广东省各级国土资源管理部门和从事地质灾害防治工作的有关人员要充分利用好这本教材，以对党和人民群众高度负责的态度，精心组织好培训，进一步强化干部的危机意识和忧患意识，正确掌握地质灾害突发事件预防和处置的基本常识、原则和方法，从而真正提高预防和处置地质灾害突发事件的能力，为确保人民群众生命财产安全，促进经济社会又好又快发展，为构建和谐广东，努力争当实践科学发展观的排头兵而奋斗。

广东省国土资源厅党组书记、厅长 杨鉴秀

二〇〇七年十二月二十九日

# 前言

广东省地处东南沿海，地质构造复杂，地质灾害具有点多、分布广、影响大等特点，是我国东南沿海地质灾害最严重的省份之一。近年来，广东地质灾害发生的次数明显增多，成灾范围不断扩大，灾害损失逐年提高。可以说，地质灾害已成为制约全省经济社会发展和影响社会稳定的重要因素之一。

省委、省政府高度重视地质灾害防治工作，特别是近几年来制定了一系列符合广东省省情的方针政策，投入了大量的人力、物力和财力，使广东地质灾害防治工作取得了显著成效，受到了省委、省政府和国土资源部的肯定和表彰。面对新形势新要求，各级政府尤其是国土资源管理部门，从保护人民群众生命财产安全的高度出发，认真贯彻落实《中华人民共和国突发事件应对法》、国务院《地质灾害防治条例》和《广东省地质环境管理条例》，坚持“以人为本、预防为主、避让与治理相结合和全面规划、突出重点”的原则，大力宣传，普及地质灾害防治知识，科学编制地质灾害防治规划、年度地质灾害防治方案和突发性地质灾害应急预案并认真组织实施，加强群测群防网络建设，建立健全管理体系，努力提高保护地质环境和防治地质灾害的能力。

本教材是针对广东省国土资源系统公务员和专业技术人员应急管理知识与救援技能培训而编写的，是一本通俗易懂、实用性强的应急管理专业教材。其目的是让国土资源管理部门基层管理人员和有关领导，特别是让地质灾害易发区的广大干部群众，更多地了解地质灾害的基本知识、基本特点和基本规律，懂得如何发现地质灾害的预兆及防治原则与基本方法，以提高防灾救灾能力，最大限度地减少地质灾害造成的损失，确保人民群众生命财产安全。

本教材承蒙广东省国土资源厅党组书记、厅长招玉芳同志在百忙之中满腔热情地为本教材作序。在教材编写过程中，参阅了有关书刊资料，吸收了一些同志的成果，得到了广东省国土资源厅领导的亲切关怀与指导。对于上述领导和同志们给予的帮助和支持，在此致以真诚的谢意。

由于时间仓促，加之编者水平有限，本教材错误和疏漏之处在所难免，恳请各位读者不吝赐教，多提宝贵意见，以便在实际工作中不断修改完善。

编　者

二〇〇七年十二月

# 目录

# 第一章

# 地质灾害基本知识

## 第一节 地质灾害的基本概念

### 一、地质灾害突发事件

根据《中华人民共和国突发事件应对法》对突发事件的定义，是指突然发生，造成或者可能造成严重社会危害，需要采取应急处置措施予以应对的自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件。

按照上述规定，地质灾害突发事件是指自然因素和人为活动引发的危害人民群众生命财产安全的滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等与地质作用有关的灾害，并造成或者可能造成严重社会危害，需要采取应急处置措施予以应对的自然灾害事件。

### 二、地质灾害基本概念

本书所称地质灾害，是指自然因素或者人为活动引发的危害人民群众生命财产安全的山体崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等与地质作用有关的灾害。

**（一）崩塌**

1. 崩塌的定义

崩塌（崩落、垮塌或塌方）是高陡斜坡（含人工边坡）上的岩土体在重力作用下突然脱离母体崩落、滚动、堆积坡脚（或沟谷）的地质现象。危岩体是正在开裂变形，并可能发生崩滑的危险山体（图 1–1）。该类灾害具有下落速度快、发生突然、垂直位移大于水平位移的特点。崩塌对斜坡底部的房

屋、道路及其他建筑物危害很大，极易造成人员伤亡事故。

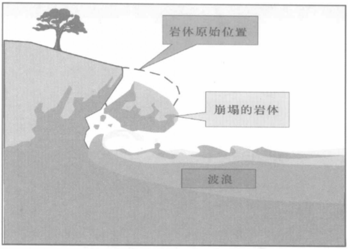



图 1-1　崩塌示意图

2. 崩塌的形成条件

地形地貌、地层岩性和地质构造是崩塌形成的内在条件。崩塌以重力为驱动力，因而崩塌的形成要有适宜的坡度、高度、形态以及有利于岩土体崩塌的临空面。而降水、地下水作用、震动力、风化作用以及人类工程活动对崩塌的形成和发展具有重要的促进作用。

（1）地形地貌。崩塌多发生在高陡斜坡处，如峡谷陡坡、冲沟岸坡、山区河流两岸等陡坡地段是崩塌易发生地区。崩塌多发生在坡度大于 55°、高度大于 30m 以上、坡面凹凸不平、上陡下缓的地方。这些地形地貌条件对崩塌的形成具有最为直接的作用。

（2）地层岩性与结构。岩性对岩质斜坡的崩塌具有明显的控制作用。一般而言，块状、厚层状的坚硬脆性岩石常形成陡峻的边坡，若构造节理和卸荷裂隙发育且存在临空面，则极易形成崩塌。相反，软弱岩石易遭受风化剥蚀，形成的斜坡坡度较缓，发生崩塌的机会较小。

斜坡岩石中断层、节理裂隙等不连续面发育时，将岩石切割成大小不等的分离体，崩塌灾害分布密度远高于其他较完整的岩石类型。

（3）地质构造。断裂及褶皱均对崩塌的形成有一定控制作用。当陡峭的斜坡走向与区域性断裂平行时，沿该斜坡发生的崩塌较多。几组断裂交汇处往往是大型崩塌的潜在发生地，断层密集区岩层较破碎，坡度较陡的斜坡常发生崩塌或落石。位于褶皱不同部位的岩层遭受破坏的程度各异，发生崩塌

的情况也不同。如褶皱轴向与坡面平行时，高陡边坡就可能产生规模较大的崩塌；而褶皱轴向垂直于坡面走向时，一般形成落石和小型崩塌。

（4）其他。能诱发崩塌的外部因素很多，主要有地震、融雪、降雨、地表水冲刷入渗、人工开挖坡脚、地下采空、昼季节温差等。

**（二）滑坡**

1. 滑坡的定义

滑坡是斜坡岩土体由于受河流冲刷、地下水活动、地震及人工切坡等因素的影响，在重力作用下沿一定的软弱面（软弱带）整体向下滑动的现象（图 1–2）。

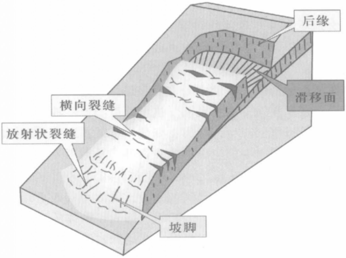



图 1–2　滑坡示意图

2. 滑坡的形成条件

滑坡的形成与气象水文、地层岩性、地质构造、地形地貌、外营力改造和人类工程活动等因素密切相关。松散土体和高陡斜坡是形成滑坡的内因，河流冲刷及淘蚀是产生滑坡的外因，人类工程活动和降雨是产生滑坡的主要诱发因素。

（1）地层岩性。岩土体是产生滑坡的物质基础，是控制斜坡稳定性的主要因素之一，地层内含有易滑岩层和软弱夹层，岩土体的抗剪强度低是造成斜坡不稳定的必要条件。坡体上部一般多为基岩裸露或因坡度较大而不具备相应规模的松散物储备，很少有滑坡发生；斜坡中下部地段，地形较为平缓，基岩表层被厚度不同的第四系松散物所覆盖，滑坡多形成于这一岩土结构类

型的斜坡中。

（2）地质构造。地质构造与滑坡形成和发展的关系主要表现在两个方面：一是滑坡沿断裂破碎带往往成群成带分布；二是各种软弱结构面（如断层面、岩层面、节理面、片理面及不整合面等）控制了滑动面的空间展布及滑坡的范围。如岩层层面的倾向对滑坡的发育有重要影响，在高陡斜坡上，当岩层倾向和斜坡的坡面倾向一致，且倾角小于坡角时，最容易产生滑坡；岩层倾向与斜坡的坡面倾向相反时，斜坡形态通常较为平缓，相对不易发生滑坡。

（3）地形地貌。在一定的岩性和构造条件下，地形地貌对滑坡的产生起着决定作用，是滑坡形成的必备条件。斜坡的高度、坡度、形态和成因与斜坡的稳定性有着密切的关系，坡度大于10°、小于45°，下陡中缓、上部成环形的坡形是极容易产生滑坡的地形。

（4）水文地质条件。各种软弱层、强风化带因组成物质中粘土成分多，容易阻隔、汇聚地下水，如果上坡上方或侧方有丰富的地下水补给，则这些软弱层或风化带就可能成为滑动带而诱发滑坡。

地下水在滑坡的形成和发展中的主要表现是：地下水进入滑坡体增加了滑体的重量，滑带土在地下水的浸润下抗剪强度降低；地下水位上升产生的静水压力对上覆不透水层产生浮托力，降低了有效正压力和摩擦阻力；地下水与周围岩体长期作用改变岩土的性质和强度，从而引发滑坡；地下水运动产生的动水压力对滑坡的形成和发展起着促进作用。

（5）人为工程活动影响。不合理的人为工程活动（人工开挖斜坡坡脚或后缘堆载）改变了斜坡的外形和应力状态，增大了滑体的下滑力，减小了斜坡的支撑力，从而引发滑坡。农田灌溉、水渠和水池的漫溢及漏水、废水排放等都会加剧滑坡的可能性。

### （三）泥石流

1. 泥石流的定义

泥石流是山区常见的一种自然地质灾害，大部分形成于沟谷和坡地，由于暴雨或冰湖、水库等溃决而在沟谷或坡面产生的一种携带有大量泥砂、石块等固体物质的特殊洪流，是一种危害性极强的地质灾害。泥石流灾害具有突然爆发、历时短暂和破坏力强的特点，是各种自然因素和人类工程活动共同作用的产物。

2. 泥石流的形成条件

泥石流的形成通常需要具备以下三个条件：物源条件、水源条件和特定的地形地貌条件（图 1–3）。

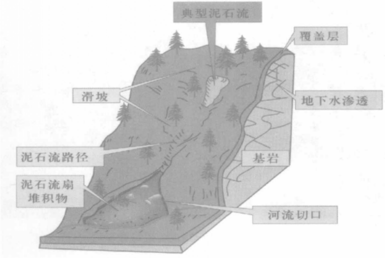



图 1–3　泥石流示意图

(1) 物源条件：指物源区固体松散物的分布、类型、储备量以及补给距离等，能提供大量的固体松散物。固体松散物的来源决定于地层岩性、风化作用和气候条件等因素。

物源条件主要受地质构造和岩性、新构造运动、不良物理地质作用、人类工程活动等因素的制约。在断裂强烈发育带，岩石破碎、易风化而处于不稳定状态，从而为泥石流提供了丰富的固体物质；岩石性质不仅决定着岩体破坏的难易和方式，而且还决定所形成泥石流的性质。

(2) 地形地貌条件：地形地貌条件是形成泥石流的内因和必要条件，它制约着泥石流的形成和运动，影响着泥石流的规模和特性。在泥石流的形成条件中，地形地貌条件是相对稳定的，其变化是缓慢的，同时在泥石流的活动过程中，也被再塑造。

地形地貌对泥石流的发生和发展主要具有两个方面的作用：首先是通过沟床的地势条件为泥石流提供位能，赋予泥石流一定的侵蚀、搬运和堆积的能量；同时在坡地或沟槽的一定演变阶段内，提供足够数量的水体和土体。沟谷的流域面积、沟床纵坡降、流域内山坡平均坡度、沟谷形态以及植被覆盖情况等都对泥石流的形成和发展具有重要的作用（图 1–4），泥石流的发生、发展和分布无不受到山地地形地貌特征的影响。



图 1-4　陡峻地形构成的泥石流沟

泥石流活动的过程：形成—运移—堆积就是地表一次破坏和塑造过程。平面呈一不对称的哑铃形成区和堆积区的形态极不稳定。形成区由条带状向树枝状发展；运移区在发展过程中相对稳定；堆积区由于流域内来沙量的增长而不断扩展，进逼下游大河变形，导致河流改道。

(3) 水源条件：水不仅是泥石流的重要组成部分，同时也是固体物质的搬运介质。降雨历程、降雨量以及降雨强度等对泥石流的形成具有明显的影响（图 1-5 和图 1-6）。



图 1-5　2006 年 7 月，暴雨引发广东省南海西樵山发生泥石流，导致多栋楼房倒塌，12 人伤亡

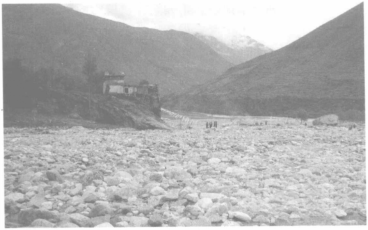


图 1–6 2003 年 7 月，强降雨引发四川省丹巴县发生泥石流

**（四）地面塌陷**

1. 地面塌陷的定义

地面塌陷是指地表岩土体受自然因素作用或人类工程活动影响向下陷落，并在地面形成塌陷坑洞的一种地质现象。引起地面塌陷的动力因素主要有地震、降雨、地下采矿及大量抽排地下水等。

2. 地面塌陷形成条件

（1）暴雨。暴雨可导致土体迅速充水增重和地表水的强烈渗透，或在一定条件下引起岩溶地下水位的急剧上升而产生正压冲爆作用，导致塌陷的发育（图 1–7）。



图 1–7 2005 年 8 月，怀集县大岗镇太平村岩溶地面塌陷

（2）洪水。在河、湖近岸地带，第四系冲积层中的潜水位和岩溶地下水位均随地表洪水位而波动，由于两者渗透性的差异，在波动过程中不但可产生有利于渗透潜蚀作用的附加水头，而且还产生正、负压力的作用，导致塌陷的产生。

（3）地震。在构造地震临近震中的强震区，因地震力的冲击或液化作用可产生一系列的塌陷。如 1975 年 2 月 4 日，辽宁海城 7.3 级地震，产生塌坑 200 余处；1976 年 7 月 28 日，唐山 7.8 级地震产生塌坑约 120 余处。

（4）重力。在岩溶发育过程中，地下洞穴、管道在崩塌作用下不断扩展，最后导致顶板盖层在重力作用下失稳陷落的现象，在岩溶山区并不罕见。岩溶漏斗、地下河天窗、岩溶障谷、天生桥等地表岩溶形态，有许多就是重力塌陷的遗迹。在覆盖岩溶区的自然塌陷，也往往是土洞扩展导致其顶板在重力作用下失稳塌陷。

（5）人为工程活动。

①坑道排水或突水。矿坑、隧道、人防及其它地下工程排水或突水产生的塌陷，其中以矿坑排水、突水为主。凡处于覆盖岩溶区的矿区，在其排水疏干过程中，几乎都不可避免地产生塌陷。由于矿坑排水降深达 10~300m 以上，疏干影响范围可达 1~20km 以外。因此，在各类人为塌陷中，这类塌陷范围最广，可达数十平方公里；塌陷数量最多，达数百至数千个；塌陷持续时间最长，有的可达 20 年以上；危害也最严重，造成巨大的经济损失，甚至使矿山封井停采。

②地下开采工程。在地下采矿，由于采空区上覆岩土体发生变形、破裂和冒落造成地表变形、塌陷。从平面上看，地表塌陷区比下部的采空区范围大，地表不同部位塌陷特点亦不同：中部塌陷速度及幅度最大，无明显地裂缝产生；内边缘区下沉不均匀，呈凹形向中心倾斜，为应力挤压区；外边缘区下沉不明显，易形成张性裂缝，为应力拉张区。从剖面上看，采空区塌陷呈下窄上宽的漏斗状。

③抽汲岩溶地下水。主要由于水井抽水引起，分布较为普遍。当覆盖层厚度较薄（一般<10~20m）、抽水降深达到 5~10m 时，多有塌陷产生。由于抽水降深有限，其影响范围约 100~2 000m，塌陷坑数量较少，一般几个至十几个，仅在集中供水源地有较大规模的塌陷产生。如广花盆地在 20 世纪 70 年代，江村和新华水源地大量开采地下水导致地面塌陷坑 109 处，地面变形 122 处，房屋开裂 532 栋。

④水库蓄水或引水。岩溶洼地、谷地的小型水库及少量中型水库，由于水体增荷、渗漏潜蚀及雨季地下水位迅猛变化产生的正负压力和冲爆等多种作用，常使库区产生塌陷，造成水库病害甚至报废。水库塌陷在悬托型河谷

极易产生，在峰丛、丘丛洼地中的水库，其下往往有暗河管道发育，也易塌陷。此外，引水渠道渗漏也可诱发塌陷。

⑤振动或加载。爆破和机械振动或加载，使处于接近极限平衡状态的覆盖岩溶区隐伏土洞产生塌陷，它往往与其他因素联合作用。

⑥地表水、污水下渗。在厂矿建筑区，由于场地排水不畅，造成地表水下渗潜蚀或地表污水下渗溶滤也能导致塌陷的产生。此外，城市上、下水管道渗漏，春耕泡田水下渗都可诱发塌陷。

**（五）地面沉降**

1. 地面沉降的定义

地面沉降是指在自然因素或人为因素影响下发生幅度大、范围广的地表高程垂直下降的现象。意大利威尼斯城最早发现地面沉降，之后随着经济发展，人口增加和地下水（油气）开采量增大，我国许多地方如华北平原、长江三角洲地区的上海市、广东湛江市等均发生不同程度的地面沉降。

地面沉降主要发生于大型沉积盆地和沿海平原地区的工业发达城市及油气田开采区，其特点是涉及范围广，下沉速率缓慢，往往不易被察觉。在城市内过量开采地下水引起的地面沉降，其波及的面积大。地面沉降具有不可逆特性，就是用人工回灌方法，也难使地面沉降的地面回复到原来的标高。近年来，在软土等不良工程土体较发育地区，由于人类工程活动造成的基础不均匀沉降现象成为影响大型工程建设的主要原因之一。因此，地面沉降对于建筑物、城市建设和农田水利设施危害极大。

2. 地面沉降形成条件

地面沉降的成因颇多，有地质构造、气候等自然因素，也有人为原因。近年来，人类工程活动成为地基岩土体较差区地面沉降的主要原因之一，人类工程活动既可导致地面沉降，又可加剧地面沉降，其主要表现在以下几方面。

（1）大量抽取液体资源（地下水、石油等）、地下气体（天然气、沼气等）是造成大幅度、急剧地面沉降的最主要原因。

（2）采掘地下矿藏（如沉积型煤矿、铁矿等）形成的大范围采空区，以及地下工程（隧道、防空洞、地下铁道等）是导致地面下沉变形的原因之一。

（3）地面上的人为振动作用（大型机械、机动车辆及爆破等引起的地面振动）在一定条件下也可引起土体的压密变形。

（4）重大建筑物、蓄水工程（如水库）对地基施加的静荷载，使地基土体发生压密下沉变形。

（5）在建筑工程中对地基处理不当。从地层结构而言，透水性差的隔水层（粘土层）与透水性好的含水层（砂质土层、砂层、砂砾层）互层结构易

于发生地面沉降，即在含水性较好的砂层、砂砾层内抽排地下水时，隔水层中的孔隙水向含水层流动就会引起地面沉降。

**（六）地裂缝**

1. 地裂缝的定义

地裂缝是指岩体或土体中直达地表的线状开裂。它可以是新构造活动在地面产生的地表破裂，也可能是人为工程经济活动对地质环境强烈影响的一种反应。

2. 地裂缝形成条件

地裂缝的形成原因复杂多样。地壳活动、水的作用和人类工程活动（如矿山开采等）是导致地面开裂的主要原因。

（1）地震。各种地震引起地面的强烈震动，均可产生这类裂缝。

（2）基底断裂活动。由于基底断裂的长期蠕动，使岩体或土层逐渐开裂，并显露于地表而成。

（3）潜蚀作用。由于地表水或地下水的冲刷、潜蚀、软化和液化作用等，使松散土体中部分颗粒随水流失，土体开裂而形成。

（4）黄土湿陷。因黄土地层受地表水或地下水的浸湿，产生地表沉陷开裂而成。

（5）土体胀缩。由于气候的干、湿变化，使膨胀土或淤泥质软土产生胀缩变形发展而产生地裂缝。

（6）人类工程活动。因过量开采地下水、矿山地下采空引起地面沉降过程中的岩土体开裂而成。

## 第二节　地质灾害分类与分级

### 一、崩塌分类

**（一）运动形式分类**

按照运动形式划分，崩塌可分为倾倒式崩塌、滑移式崩塌、错断式崩塌、拉裂式崩塌、鼓胀（塑流）式崩塌等五种（表 1–1）。

**表 1–1　崩塌的分类及特征**

| 类型 | 岩性 | 结构面 | 地形 | 崩塌体形状 | 受力状态 | 运动形式 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 倾倒式崩塌 | 黄土、直立或陡倾坡内的岩层 | 垂直节理、柱状节理、直立岩层面 | 峡谷、直立岸坡、悬崖 | 板状、长柱状 | 受倾覆力矩作用 | 倾倒 |
| 滑移式崩塌 | 软硬相间的岩层 | 有倾向临空面的结构面 | 陡坡，通常大于55° | 板状、楔状、圆柱状及其组合形状 | 滑移面受剪切力 | 滑移、坠落 |
| 拉裂式崩塌 | 软硬相间的岩层 | 多为风化裂隙和重力拉张隙 | 上部突出的悬崖 | 上部硬岩层以悬臂梁形式突出来 | 拉张 | 坠落 |
| 错断式崩塌 | 坚硬岩石、黄土 | 垂直裂隙发育，无倾向临空面的结构面 | 大于45°的陡坡 | 多为板状、长柱状 | 自重引起的剪切力 | 下错、坠落 |
| 鼓胀式崩塌 | 直立黄土、粘土或坚硬岩石下有厚层软岩 | 上部垂直节理、柱状节理，下部为近水平的结构面 | 陡坡 | 岩体高大 | 下部软岩受垂直挤压 | 滑移、倾倒 |

### （二）动力成因分类

按照崩塌的动力成因可分为自然动力型（降雨型、冲蚀型、风化剥蚀型、地震型、堆积加载型）和人工动力型（明挖型、洞掘型、爆破型、水库型、渗漏型、人工加载型）。

### （三）物质类型分类

按照物质类型可分为岩质崩塌和土质崩塌两大类。

### （四）按照崩塌体规模（体积）分类（表 1–2）

表 1–2　崩塌体规模分类表

| 规模等级 | 广东省分类 | 国家分类 |
|---|---|---|
| | 崩塌体体积（$m^3$） | 崩塌体体积（$10^4m^3$） |
| 特大型 | | V≥100 |
| 大型 | V≥5 000 | 10≤V<100 |
| 中型 | 500≤V<5 000 | 1≤V<10 |
| 小型 | 100≤V<500 | V<1 |
| 微型 | V<100 | |

## 二、滑坡的分类

### （一）按照滑动面特征划分

顺层滑坡：沿已有层面或层间软弱带（如岩层层面、不整合面、节理裂隙面、松散层与基岩界面）等发生滑动而形成的滑坡。

切层滑坡：滑动面与岩土体中的沉积结构面相交切的滑坡。

逆层滑坡：滑动面与岩层层面相反。

楔体滑坡：在整体结构岩体中，沿多组软弱面切割成的楔形体滑动。

### （二）按照运动形式划分

牵引式滑坡：首先斜坡下部失稳发生滑动，进而牵动上部岩土体向下滑动的滑坡。

推移式滑坡：首先斜坡上部失稳发生滑动，挤压下部岩土体使其失稳而滑动的滑坡。

### （三）按照滑坡体的物质组成划分

按物质组成可分为黄土滑坡、粘土滑坡、残坡积层滑坡、人工填土滑坡等。

### （四）按照滑坡体厚度划分

浅层滑坡：滑体厚度在 10m 以内；

中层滑坡：滑体厚度在 10~25m 之间；

深层滑坡：滑体厚度 25~50m 之间；

超深层滑坡：滑体厚度大于 50m。

**（五）按照滑坡发生年代划分**

新滑坡：正在发生的滑坡；

老滑坡：全新世以来发生滑动，至今整体稳定；

古滑坡：全新世以前发生滑动，至今整体稳定。

**（六）按照滑坡体规模（体积）分类（表 1–3）**

**表 1–3　滑坡体规模分类表**

| 规模等级 | 滑坡体体积（$10^4m^3$） | |
|---|---|---|
| | 广东省分类 | 国家分类 |
| 巨型 | | V≥10 000 |
| 特大型 | V≥10 | 1 000≤V<10 000 |
| 大型 | 5≤V<10 | 100≤V<1 000 |
| 中型 | 0.5≤V<5 | 10≤V<100 |
| 小型 | V<0.5 | V<10 |

此外，还有按滑坡形成机制、主滑面成因、滑体速度等作为依据进行滑坡分类。

## 三、泥石流的分类

**（一）按照泥石流成因划分**

冰川型泥石流：是指分布在高山冰川积雪盘踞的山区，其形成、发展与冰川发育过程密切相关的一类泥石流。

降雨型泥石流：是指在非冰川地区，以降雨为水体来源，以不同的松散堆积物为固体物质补给来源的一类泥石流。

**（二）按照物质组成划分**

泥流：颗粒均匀，由粒径<0.005mm 的粘粒和<0.05mm 的粉粒组成，偶夹砂和圆砾，有稀性和粘性。

水石流：堆积物分选性强，由圆砾、碎块石及砂粒组成，夹少量粘粒和粉粒，为稀性。

泥石流：颗粒差异大，由粘粒、粉粒、砂粒、圆砾、碎块石等大小不同的粒径混杂组成，有稀性和粘性。

**（三）按照地貌形态划分**

按照地貌形态可划分为坡面型泥石流和沟谷型泥石流，主要特征见表 1–4。

表 1–4 坡面型泥石流和沟谷型泥石流特征对比表

| 特征 \ 类型 | 坡面型泥石流 | 沟谷型泥石流 |
|---|---|---|
| 边界特征 | 无恒定地域与明显沟槽，只有活动周界 | 以流域为周界，受一定的沟谷制约 |
| 规模与破坏机制 | 活动规模小，总量小，限于30°以上斜面，破坏机制更接近于坍滑 | 以沟槽为中心，活动规模大，总量大，由洪水、泥沙汇流形成，更接近于洪水 |
| 成灾情况 | 发生时、空不易识别，成灾规模及损失范围小 | 损失大，发生时空有一定规律性，可识别成灾规模 |
| 诱发因素 | 坡面土体失稳，主要是有压地下水作用和后续强暴雨诱发。暴雨过程中的狂风可能造成林、灌木拔起、倾倒，使坡面局部破坏 | 主要是暴雨的冲蚀作用和汇流水体的冲蚀作用 |
| 活动时期 | 重现期长，无后续性，无重复性 | 重现期短，有后续性，能重复发生 |
| 空间分布 | 在同一斜坡面上可以多处发生，成梳状排列，顶缘距山脊线有一定范围 | 列入流域防灾整治范围 |
| 预知性 | 可知性低、防范难 | 有一定的可知性、可防范 |

### （四）按照泥石流规模（体积）分级（表 1–5）

表 1–5 泥石流规模分级表

| 分类指标 | 特大型 | 大型 | 中型 | 小型 |
|---|---|---|---|---|
| 泥石流一次堆积量（$10^4m^3$） | >100 | 10~100 | 1~10 | <1 |
| 泥石流洪峰量（$m^3/s$） | >200 | 100~200 | 50~100 | <50 |

## 四、地面塌陷的分类

地面塌陷可分为岩溶地面塌陷和采空区塌陷两类。

### （一）岩溶地面塌陷

按照塌陷时期划分。古塌陷：形成于第四纪之前的岩溶塌陷。老塌陷：形成于第四纪时期，具有残留形态，往往被后期堆积物充填或掩埋。现代塌陷：新近时期发生，并保持较好的塌陷形态。

按照塌陷成因划分。暴雨塌陷：暴雨导致地表水径流渗透，引起岩溶地

下水水位急剧上升而产生正压冲爆作用，引起地面塌陷。洪水塌陷：近河地带，岩溶地下水与地表水发生水力联系时，随着地表水洪水位波动而波动，在渗透潜蚀作用的附加水头下，产生正、副压力作用，引起塌陷。地震塌陷：临近震中的强震区，因地震的冲击或液化作用产生的塌陷。重力塌陷：在隐伏岩溶区，地下溶洞在崩塌作用下不断扩展，导致顶板盖层在重力作用下失稳陷落。人为塌陷：矿坑排水或抽取岩溶地下水导致岩溶地下水水位下降而产生虹吸作用，引发塌陷。

### （二）采空区塌陷

地下矿层采空后，矿层上部的岩层失去支撑，随之产生地表陷落。

### （三）地面塌陷规模分级（表 1–6）

**表 1–6 地面塌陷规模分级表**

| 等级 | 塌陷影响面积（$km^2$） |
|---|---|
| 巨型 | ≥10 |
| 大型 | 1~10 |
| 中型 | 0.1~1 |
| 小型 | <0.1 |

## 五、地裂缝的分类

### （一）地裂缝成因分类

构造地裂缝：有基底活动断裂作用产生差异升降运动。膨胀土地裂缝：因膨胀土干湿交替作用产生裂缝。黄土湿陷地裂缝：由于黄土湿陷作用产生地表裂缝。

### （二）地裂缝活动强度分类（表 1–7）

**表 1–7 地裂缝活动强度分类表**

| 活动强度等级 | 活动速率（mm/a） |
|---|---|
| 弱活动 | <2 |
| 中等活动 | 2~20 |
| 强活动 | 20~80 |
| 超强活动 | ≥80 |

### （三）地裂缝规模分级（表 1–8）

表 1–8　地裂缝规模分级表

| 等级 | 规模 |
|---|---|
| 巨型 | 地裂缝长>1km，地面影响宽度>20m |
| 大型 | 地裂缝长>1km，地面影响宽度 10~20m |
| 中型 | 地裂缝长>1km，地面影响宽度 3~10m，或长度≤1km，宽度 10~20m |
| 小型 | 地裂缝长>1km，地面影响宽度<3m，或长度≤1km，宽度<10m |

## 第三节　地质灾害前兆特征识别

地质灾害的发生通常具有综合的前兆，及时识别地质灾害前兆特征可以有效地降低灾害损失及减少人员伤亡。单一由个别的前兆判定灾害，可能会造成误判，并带来不良的社会影响。因此，发现某一前兆时，应尽快查看，迅速作出综合判断。若同时出现多个前兆时，必须迅速疏散人员，降低灾害可能造成的人员伤亡和财产损失。

### 一、崩塌临灾前兆识别

#### （一）崩塌形成地质环境背景

1. 地形地貌特征

崩塌山体坡度为 55°以上，且高差大（大于 30m），坡体成孤立山嘴、山峰或凹形陡坡。崩塌坡体上有裂缝、房屋倾斜、开裂和出现醉汉林等现象。

2. 地层岩性特征

崩塌体坡脚有块石大小相差悬殊结构零乱的崩塌堆积物，又叫倒石堆，崩塌体前缘小型崩塌、坠落不断发生。

3. 构造特征

坡体内部裂隙发育，尤其是垂直和平行斜坡延伸方向的陡倾裂缝发育，或顺裂隙、软弱带发育，坡体上部拉张裂缝发育，裂缝不断加长加宽，速度突增，裂缝即将可能贯通，使之与母体（山体）形成分离之势。

4. 临空面

坡体前部存在临空空间，或有崩塌物发育，说明曾经发生过崩塌，今后

还可能再次发生。

### （二）崩塌稳定性的宏观判断标准

1. 地貌标志

斜坡坡面形态在纵剖面上可分为直线坡、凹形坡和凸形坡，在总坡度相同的情况下，斜坡稳定性顺序依次为凹形坡、直线坡、凸形坡，此外，陡崖处的岩屋地貌常发育有不稳定崩塌体。

2. 地表植物标志

崩塌体斜坡草木丛生，树木高大直立，坡体后缘壁长满了草木，则该崩塌体较稳定；反之，崩塌体斜坡草木不多，坡体后缘壁草木少，则该崩塌体不稳定。

3. 建筑物标志

崩滑体上建筑物有开裂、倾斜、下陷等受破坏现象，则该崩塌活动迹象明显，不稳定；反之则较稳定。

4. 位移标志

崩塌体上出现裂缝，崩滑体绝对位移（相对崩滑区外围稳定地段）越大，速率越快，裂缝相对位移越大，则该崩塌体越不稳定；反之则较稳定。

5. 坡体结构分析

崩塌体斜坡有倾向于临空面的软弱层面（带），例如堆积层下伏泥质基岩面，或风化面、软质岩层的层面、软弱土夹层、硬质岩层与下伏软质岩层接触面，各类岩体中的断裂面等，这些软弱层面及其组合的产状愈有利于向临空面倾倒、滑移，该处斜坡愈是活动，崩塌愈不稳定，软弱层面的抗剪强度越低，也愈不稳定；反之则较稳定。

### （三）崩塌发生的前兆特征

凡较大型崩塌，要完成自身的变形破坏，都有其发生、发展的必须过程，在强烈破坏之前，都显示出一定的前兆特征。

（1）崩塌的前缘掉块、坠落，小崩小塌不断发生。

（2）崩塌的脚部出现新的破裂形迹，闻到异常气味。

（3）不时听到岩石的撕裂摩擦错碎声。

（4）出现热、氡、气、地下水质、水量等异常。

（5）动植物出现异常现象（图 1–8）。

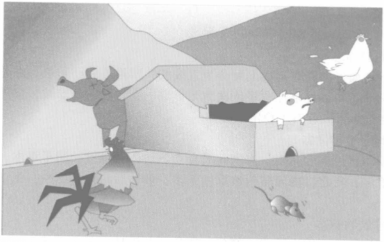


图 1-8 地质灾害发生前动物异常现象

## 二、滑坡临灾前兆识别

### （一）新生（或活动性）滑坡的微地貌特征

1. 滑坡裂缝

处于变动的滑坡可模拟为四周受限、平面受力的结构体（即把空间问题简化为平面问题）。在外力作用下，滑体的各部位陆续出现各种应力构造形迹——裂缝、台阶、洼地、隆丘和醉汉林等。这些构造形迹都与某一方向的应力有着成生的联系，都体现一定的应力特征。滑坡裂缝是滑坡过程中最常见最具代表性的构造形迹，而且不同部位形成不同类型的裂缝。如果将滑坡的发展过程分为蠕动、微滑、剧滑和固结四个阶段，则在一、二阶段滑体上分布的裂缝绝大部分属于张裂缝，这是因为岩土具有一定的抗压和抗剪强度，而抗拉强度最小。因此，当应力超过材料的抗拉强度时，首先产生垂直拉应力方向的张裂缝，其应力网络和裂缝迹线见图 1-9 和图 1-10。据此，对应力




图 1-9 滑坡形态及结构示意图

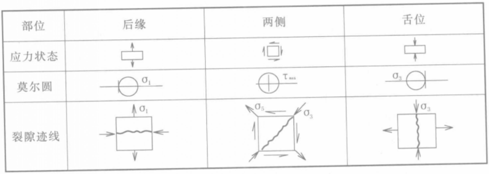



**图 1–10　滑体各部位应力网络和裂隙迹线分析图**

状态较简单的滑坡，可根据裂缝的展布确定滑坡的滑动方向。而且，根据裂缝的走向与主滑方向的关系，又可将张裂缝分为横张裂缝、纵张裂缝和雁式张裂缝三类（图 1–11）。由图 1–11 可以看出：横张裂缝垂直主滑方向（图 1–12）；两侧雁式张裂缝与滑动方向成一定交角（一般小于 45°）；而中下部及前缘的纵张裂缝与主滑方向基本平行。但当滑体各部位的位移速率不一致时，则可能出现较复杂的构造形迹，如有时在滑体中部出现纵张裂缝或剪裂缝。

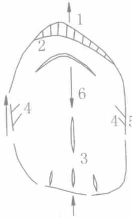



**图 1–11　各类裂缝的成因分类**

1–破裂壁，2–横张裂缝，3–纵张裂缝，4–雁列张裂缝，5–剪裂缝，6–滑动方向

总之，滑坡裂缝按力学分类可分为张裂缝和剪裂缝两大类。张裂缝又可分为横张、纵张和雁式三类，各类张裂缝的共同特点是：裂面粗糙、无擦痕。其中横张裂缝常成弧形，一般



**图 1–12　2006 年 7 月，龙川县龙母镇花井村发生山体滑坡后缘产生横张裂缝**

延伸较长，弧尖背向滑动方向；纵张裂缝比较顺直，常成梭形，延伸不远；雁式张裂缝分布于滑体两侧，成雁式平行排列，短而平直。剪裂缝的主要特点是：裂面光滑，有明显擦痕，裂缝和擦痕走向与滑坡的滑动方向基本一致。值得提出的是，虽然裂缝是滑坡的主要标志，但要注意与采空区塌陷和地基沉陷等所产生的各种裂缝相区别，后者一般以垂直位移为主。

2. 滑坡壁和滑坡台阶

滑坡壁的倾角（a）取决于岩土的性质，对土质滑坡 $a\approx45°+\frac{\varphi}{2}$；若为岩石滑坡则常与岩体中原有陡倾结构面基本一致，滑坡台阶后壁一般没有擦痕，因台面后倾，常形成积水洼地。

3. 醉汉林和马刀树

近期产生滑动的山坡，滑体上树木亦随之产生歪斜（向后或向前），有的甚至倒下，这类歪斜倾倒的树木称醉汉林。当滑坡暂时停止滑动后，歪斜的树木又逐渐向上生长，而成为下部歪斜上部垂直生长的马刀树（图 1-13）。马刀树的分布是山坡暂趋稳定的特征。

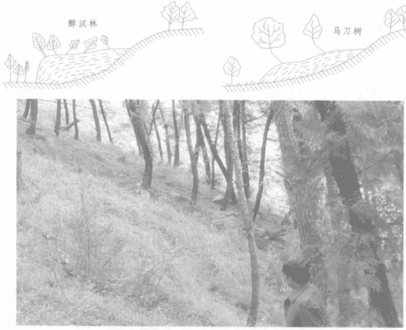



图 1-13　滑坡体上的醉汉林和马刀树

4. 建筑物变形倒坍并位移

由于滑坡变形加剧，位于滑坡体山坡上的建筑物出现各种变形破坏特征。

如位于滑体上的房屋墙体开裂，门窗歪斜；山体变形时，有线状工程经过会发生变形迹象；由于山体长期缓慢地滑动，使桥台位移、侧沟下陷等等，皆因山坡滑动形成的微地貌。但要注意与采空区塌陷或黄土湿陷等地表变形所引起的地表建筑物变形相区别。

### （二）古滑坡的微地貌特征

古滑坡是指目前处于稳定状态，并已稳定多年的老滑坡。因此，上述各种要素有的已经消失，有的很不明显，判定山体是否曾经滑动过，主要根据以下微地貌特征进行判断。

1. 宏观地貌特征

如陡山坡间的山坡洼地成圈椅状，上部常有第四系土层覆盖，有时厚达数十米，地表大部分已辟为耕地，有时还有村庄。很多较大型的滑坡十多里外就可看到圈椅状的滑坡壁。

2. 双沟同源与反向河弯

双沟同源是两沟的源头几乎连接在一起，但到下游却离得很远，与一般沟谷的发育规律相反，这是冲沟沿滑坡周围边界发育的结果。

反向河弯是在河流的凹岸地段，突然出现一段凸出的河岸，使河道变窄，如图1–14。

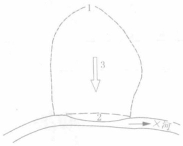



图 1–14　双沟同源、反向河弯示意图

1–双沟同源，2–反向河弯，3–滑动方向

3. 串珠状黄土陷穴

分布于北方的一些古滑坡，地表常为黄土覆盖，当古滑坡发生间歇性蠕动时，沿蠕动的周围边界又发育成冲沟，并在冲沟中或滑体上发育许多黄土陷穴，分布于沟中的陷穴，从上到下构成串珠状。有时分布于滑体上的黄土陷穴成椭圆形，长轴平行排列成雁行式。此外，马刀树也是古滑坡体上植物生长特征。

总之，对中小型滑坡，根据以上微地貌特征，便可圈定滑坡周围边界。但对一些变形较缓慢的蠕动性滑坡，当上述特征并不明显时，就需通过位移观测才能确定。

### （三）滑坡的发展演化阶段

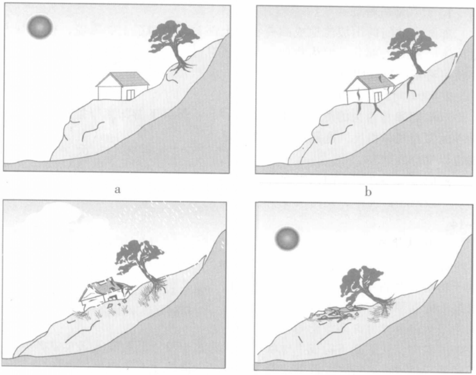
一个滑坡从孕育到形成，一般都有一个从量变到质变的过程，即经历从孕育、蠕动变形、滑动破坏和稳定四个阶段（图 1–15），这个过程因滑坡形成环境和影响因素的不同而有长有短。通常斜坡上的地质体进入蠕动变形阶段即可视为滑坡，而当滑坡已经发展到一定阶段并出现明显的标志时（如滑面已经贯通、滑体发生了明显位移），都具有一些可以测量的特征。

孕育阶段：地质环境条件向有利于滑坡形成方向发展，人为工程建设等已改变原始地貌特征（图 1–15a）。

蠕动变形阶段：由于各种因素影响，斜坡岩土体强度降低或坡体内部剪切应力不断增加，坡体稳定状态受到破坏，在滑坡体后缘、两侧及前缘出现各种滑坡变形、裂缝等前兆特征（图 1–15b）。

滑动破坏阶段：滑动面贯通，滑坡整体向下滑动阶段。滑坡体上的建筑、道路等遭受变形破坏（图 1–15c）。

稳定阶段：滑动停止后形成特殊的滑坡地形（图 1–15d）。



a b c d

图 1–15　滑坡发展演化过程示意图

**（四）滑坡临灾前兆识别**

1. 滑坡前缘出现横向及纵向放射状裂缝，前缘土体出现隆起、局部滑塌现象。

滑坡前部甚至中部出现横向及纵向放射状裂缝时，表明滑坡体向前推挤受到阻碍，已经进入临滑状态。

前缘土体出现隆起、局部滑塌表明即将发生较为深层的整体滑动，滑坡

规模也较大，具有整体滑动的特征。

2. 滑体后缘裂缝急剧加长加宽，新裂缝不断产生，滑体后部快速下滑，四周岩土体出现松驰、小型坍滑现象。

地面裂缝的出现说明山体已经处于不稳定状态。弧形张开裂缝和水平扭动裂缝圈闭的范围就是可能发生滑坡的范围。

3. 滑带岩土体因摩擦错动面发出声响，并从裂缝中冒出热气或冷风。

4. 在滑坡前缘坡脚处鼓胀裂缝（图 1–16），有堵塞多年的泉水复活现象，地下水溢出浑浊，或出现泉水（井水）突然干枯，井（钻）水位突变等异常现象。



图 1–16　滑坡前缘鼓胀裂缝

5. 动物惊恐异常，如猪、狗、牛、羊惊恐不安，不入睡，老鼠乱窜；植物变态，树林枯萎或歪斜等现象。

6. 滑体上如有长期位移观测资料，临滑前，无论是水平位移量还是垂直位移量，均会出现加速变化的趋势。

**（五）滑坡与相似堆积体的区别**

1. 崩塌与滑坡的差别

崩塌与滑坡均是斜坡岩土体变形破坏的表现，常出现于相似的地质环境条件下，可以互相包含或转化，但又有明显的差异（表 1–9）。

表 1–9 崩塌与滑坡差别对比表

| | 崩塌 | 滑坡 |
|---|---|---|
| 地形特征 | 一般地形坡度大于 50°、高度大于 30m 的高陡斜坡 | 坡度小于 50°的斜坡上 |
| 堆积物特征 | 崩塌物常堆积在山坡脚，呈锥形体，结构零乱，毫无层序 | 堆积物常具有一定的外部形状，滑坡体的整体性较好，反映出层序和结构特征 |
| 与母体分离程度 | 崩塌体完全脱离母体（山体） | 滑坡体则很少是完全脱离母体的，部分滑体残留在滑床之上 |
| 运动特点 | 垂直位移量远大于水平位移量 | 水平位移量大于垂直位移，滑坡下滑速度一般比崩塌缓慢 |
| 破坏作用 | 急剧、短促、猛烈 | 少数相对缓慢 |
| 表面变形特征 | 堆积物表面基本上不见裂缝分布 | 表面有很多具有一定规律性的纵横裂缝 |

2. 土体滑坡与坡积物的区分

土体滑坡与坡积物的主要区别是：坡积物在地貌上和周围相协调，斜坡坡脚不侵占河床，坡积物上的平台与外围阶地高程、特征基本一致；滑坡体上有醉汉林、马刀树和地面裂缝，房屋倾斜、下陷、开裂等现象。坡积物无滑床等一些滑坡要素。

## 三、泥石流临灾前兆识别

### （一）泥石流沟的判识

判识泥石流沟的目的在于找出那些已经发生过泥石流或有产生泥石流条件的地区，为泥石流防治提供具体对象。泥石流是特定的地质、地形和气候条件的组合环境的产物，考察沟谷内泥石流形成条件及其组合状况和泥石流活动遗迹，就可以判别是否属于泥石流沟谷。

1. 固体物源条件

（1）沟谷处在大断裂、活动断裂带及其附近，断层带、断层破碎带的岩体裂隙密集发育，岩体破碎。

（2）沟坡出露软弱或软硬相间的地层和风化壳发育深厚岩体，如泥岩、页岩、千枚岩、胶结差的疏松岩层、风化花岗岩类等及松散土层分布广、厚度大的沟谷。

（3）沟谷两岸崩塌、滑坡等地质现象发育，分布集中，水土流失、坡面

侵蚀强烈。

(4) 沟内贮集有大量松散土层，包括崩滑堆积、崩坡积、过去形成的泥石堆积、冲洪积或冰川堆积土层等。

2. 地形条件

(1) 沟谷上游是勺状或树叶状漏斗姿态，中游切割深而窄，下游比较开阔。沟谷上、下游相对高差一般在300m以上，坡面泥石流的相对高差一般在200m以上。

(2) 沟底平均纵坡降一般在10%以上，泥石流初始起动段沟底坡降一般大于25%，部分段沟底坡降比较缓，但其中存在有陡坎和跌水，在横向上多为峡谷。

(3) 斜坡面的坡度一般大于25°。

3. 水源条件

(1) 收集地区最长连续降雨时间和连续最大降雨量，以及日、小时、10分钟的最大降雨量。不同地区达到泥石流形成的激发水量所需的降雨量（称为临界雨量）是不同的。结合地区降雨特征，可判断地区降雨激发泥石流发生的可能性。

(2) 沟内存在冰川或积雪，5~8月日平均气温可达9℃~10℃以上时，会产生大量冰雪融水，若降雨在沟内同时出现，更易激发泥石流。

(3) 沟谷上游存在稳定性差的各种坝体，如已有病害现象的水库和堰塘，滑坡、崩塌、泥石流形成“堆石坝”、冰川堰塞湖等。

(4) 沟内地下水丰富，有大量泉水出露，沟底水位埋藏浅。

上述四个条件都具备的沟谷，则可以引发泥石流，只是发生的时间早晚和规模大小不同而已。

**（二）泥石流遗迹考证**

绝大多数泥石流沟都有重复发生泥石流的历史。泥石流物质有其特有的特征，它的形成、活动和堆积均会留下遗迹，再加上通过访问群众所获得的信息，则可为泥石流沟谷的鉴别提供直接的证据。

1. 堆积物特征

(1) 泥石流堆积。在平面上呈扇形，纵剖面上呈锥形，地面纵坡降一般为3°~12°，横坡一般为1°~3°，表面坎坷不平、垄岗起伏。

(2) 堆积物岩性。多为粘土、砂、碎块石、砾卵石混杂，无分选性。但仔细观察块石、砾石有定向排列的现象，表面有碰撞擦痕，粘性泥石流堆积物中可见泥球和泥裹石现象；有些地点在剖面上有成层现象。泥石流堆积扇与冲积扇、洪积扇虽然都具有相似的堆积物及水流成因特征，但其形成方式及堆积特点存在明显差别（表1-10）。

**表 1–10　冲积扇、洪积扇和泥石流堆积扇特征对比表**

<table>
<tr><th>冲积扇</th><th>洪积扇</th><th>泥石流堆积扇</th></tr>
<tr><td>由流水堆积作用而成，规模较小</td><td>在干旱、半干旱地区，由流水堆积作用而成，规模较大</td><td rowspan="2">成整体停积、分散堆积两种，粗大颗粒在扇缘停积，无分选性，常见龙头堆积与侧堤堆积，沟槽绕龙头堆积两侧发展，有明显的受阻绕流特征，流路不稳<br>扇形地形态不完全符合统计规律，流路呈随机性，堆积扇纵、横坡面不甚连续，常呈锯齿状</td></tr>
<tr><td colspan="2">粗大颗粒堆积在扇面顶部及出山口附近，向边缘逐步变细，有分选性，冲沟内为砾石，扇面上为沙（漫溢所成），扇上冲沟较顺直，垂直等高线发展，流路较稳</td></tr>
</table>

2. 泥石流活动遗迹

在同一条沟内，泥石流的规模和运动能量一般都比洪水大，泥石流顶面所到位置比洪水位高，加上泥石流在流动过程中有超高、爬高现象，它残留的泥石流土和擦痕常在高处有保留。

3. 群众访问

泥石流来势凶猛，破坏力强，往往给当地人民群众带来严重的损失，群众对泥石流事件的记忆比较深刻，相传久远。判别泥石流沟，可进行群众访问和座谈，收集过去发生泥石流的情况，帮助确认。总的来说，当一条沟谷具备了泥石流形成的条件，无论它过去是否发生过泥石流，在条件组合适宜的情况下，都会暴发泥石流。过去已经发生过泥石流的沟谷今后重复发生的可能性大。从防灾角度考虑，只要沟谷满足两者之一时，都应视为泥石流沟，应采取适当防治措施。

4. 人类工程活动的影响

在大面积砍伐森林、水土流失强烈的地区，采矿大量堆积矿渣的沟谷，大规模开挖堆积弃土的山坡和沟谷，都易产生泥石流。

**（三）泥石流临灾前兆识别**

1. 泥石流沟谷下游洪水突然断流

注意行洪区次级滑坡堵塞沟谷引发溃决型泥石流的危险。上游行洪区次级滑坡在洪水冲刷、淘蚀下发生滑动，并堵沟断流，这是溃决型泥石流即将发生的前兆。在泥石流区设置观测点，发现上游形成泥石流后，及时向下游发出预警信号。

暴雨期间沟谷堵塞时，随意去疏通是非常危险的。

2. 泥石流沟谷上游突然传来异常轰鸣声

声音明显不同于机车、风雨、雷电、爆破等声音，可能是泥石流携带的

巨石撞击产生的。

3. 泥石流沟谷崩塌、滑坡频发

已发生泥石流的沟谷内崩塌、滑坡出现频度较高，为泥石流的形成提供了充足的物源，一旦降雨量达到或接近临界值，即可能引发泥石流。

4. 长时间降雨或短时间内强降雨

对降雨型泥石流沟谷，根据已有泥石流暴发前的降雨量观测值，确定激发泥石流发生的降雨临界值。根据地区气象预报的降雨量与临界降雨量进行对比，一旦预报的降雨量接近临界降雨量，则要提高泥石流发生的防范意识。

## 四、地面塌陷临灾前兆识别

### （一）地面塌陷的发育规律

1. 地面塌陷的分布规律

地面塌陷主要分布于具备塌陷形成条件且有多种不利因素综合作用的结果，对自然或人为诱塌因素的作用较为敏感的地段。归纳国内的实践经验，这些地段有：

（1）岩溶强烈发育的纯可溶岩分布地带，或沿其与非可溶岩的接触地带，这些地带中隐伏岩溶形态（漏斗、溶槽等）较发育，且其中多有软土分布；

（2）沿可溶岩中的断裂带或主要裂隙交汇破碎带，岩层剧烈转折、破碎的地带；

（3）松散盖层较薄且以砂土为主，其底部粘性土层缺失或甚薄（一般不足 1~2m）的“天窗”地段；

（4）岩溶地下水的主流动带或岩溶管道上；

（5）具有潜水和岩溶水双层含水层分布地带；

（6）岩溶地下水的排泄区；

（7）岩溶地下水位在基岩面上下频繁波动的地带，或受排水影响强烈的降落漏斗中心及近侧地段；

（8）临近河、湖、塘地表水体的近岸地带；

（9）岩溶地下水位埋藏较浅的低洼地带；

（10）人为采矿、大量抽取地下水、蓄水或引水等工程活动影响区。

2. 地面塌陷的散布规律

在自然条件下，由于诱塌因素的作用强度除地震外一般较弱，塌陷往往是零星单个产生。对于人为塌陷由于诱塌因素作用一般较强，塌陷往往成群出现。这些塌陷群在空间上是有一定的散布规律，其散布特征主要受控于可溶岩的分布、岩溶发育的均一程度和塌陷的发育程度。其散布特征可分为三类：

（1）岛状散布：在塌陷群中数量最多，其原因一般与可溶岩呈岛状分布有关，也多与岩溶发育的不均一性有关，此外，还与诱发源的分布有关。

（2）带状散布：其原因主要与可溶岩或岩溶强烈发育带呈条带状分布有关，其中以断裂破碎带、地下河通道带的控制作用最为明显。

（3）面状散布：主要见于岩溶发育较均一、岩溶地下水呈分散网络状分布的地段，常见于岩溶谷地的河、湖近岸地带或岩溶地下水的排泄地带。

3. 地面塌陷发育的时空动态规律

（1）单个岩溶塌陷的发育过程及其动态特征。对于绝大多数常见的土层塌陷来说，都具有岩溶洞隙→土洞→塌陷的发育过程，土洞是塌陷的孕育阶段，也是潜在的塌陷，土层塌陷的动态规律受着土洞发育过程的控制，后者又因土层岩性结构和厚度、岩溶地下水的状态及引起塌陷的作用因素不同而异。

根据我国的实际情况，按土洞发育的时期可区分为老土洞和新土洞两类。老土洞是在已往地质历史时期中在自然因素的作用下形成；新土洞形成于现代，绝大多数是在人为因素的作用下形成。

对于老土洞，根据其活动性概括可分为两类：一类是已停止活动的“死”土洞，其特征主要是土洞充填较密实，无空洞存在，无地下水流强烈活动的迹象。这类土洞是由于环境条件的改变而形成，如原来岩溶地下水运移通道（包括岩溶洞隙）的充填堵塞，岩溶地下水位区域性下降并保持在基岩顶板以下，后者往往与地壳的升降活动有关。除非有强烈作用的人为因素，如大规模的抽排水或突水作用的迭加而可能重新活动外，一般不会复活，在工程活动中可当作一类具特殊性质的工程岩土体来对待，可不采取防塌措施。

另一类是具有微弱的或间歇性活动性的老土洞，其形成时的条件和因素没有基本变化，仅作用因素的强度有所减弱，其发育和扩展速度较缓慢，要达到塌陷产生的时间较为漫长，但在有人为因素的迭加作用下，其活动性及其发育和扩展的速度随人为因素作用的强度而有不同程度的增加。使老土洞产生塌陷，其经历的时间一般为数月甚至数年。我国南方地区这种缓塌型动态的塌陷为数甚多。缓塌型老土洞的特征是土洞充填物较疏松软弱，一般呈软型状，具有地下流动的痕迹，但其上部空洞少见。

新土洞主要是在人为因素作用下形成的，其发展速度一般较老土洞要快得多，其经历的时间短至数小时，长的数日至数月，可称之为速塌型。新土洞的特征是土洞充填物较新，结构很疏松，含水量高，一般处于流动状态，其上部往往有空洞存在。

（2）地面塌陷群发育的时空动态。人为塌陷多成群产生，形成塌陷群，其时空动态表现在以下几个方面。

塌陷的持续性：地面塌陷在其诱发因素消失之前将持续发展，直到达到新的稳定平衡为止。这种现象主要与矿坑排水降深不断加深有关。对于抽水塌陷来说，如果降深较稳定，其持续时间将要短得多，但有的也可延长至10年以上。

塌陷的阶段性：单个塌陷的发育过程可分为孕育阶段（土洞形成和扩展）、塌陷阶段（塌陷形成）、调整阶段（塌陷坑壁不稳定土体的现塌以达到新的平衡状态及后期改造和充填堆积的休止阶段）。对于在一定诱发源（如一定降深的矿坑排水）作用下整个地区的塌陷发展过程可分为孕育期、发展期、停滞期和休止期，这几个阶段组成一个塌陷轮回。

塌陷的周期性：在诱发源稳定不变（如排水降深稳定）的情况下，受气象水文因素的影响，塌陷作用随其周期性变化而作强弱波动。如一年中的雨季春耕泡田季节，塌陷作用强烈，塌陷数量多而集中，其他季节塌陷作用减弱，数量减少。在一个轮回中这种波动随着塌陷发展逐渐向外围扩展，其幅度逐渐减弱以至消失。当诱发源发生变化（如排水降深加大），塌陷作用将再次复活并向外围扩展，开始一个新的轮回，再次出现新的周期性波动，但其波动幅度较前一轮回减弱，呈螺旋式发展。

塌陷的重复性：对于一个特定的塌陷区来说，由于诱发源不断变化，可经历多次轮回的重复塌陷，表现为产生新的塌陷或者是原先塌陷的复活。

4. 地面塌陷的伴生与共生现象

（1）地面塌陷的伴生现象。主要有地面下沉、地面开裂和塌陷地震，它们随塌陷而产生，有时成为塌陷的前兆现象。

地面下沉：在岩溶洞隙上复盖层与厚度较大但性质松软的土层组成时，土洞的扩展将引起地面的局部下沉，其发展的结果最终将形成缓发性塌陷。位于建筑物下方的土洞，在其扩展过程中将引起建筑物的不均匀沉降，地面亦将出现局部下沉。

地面开裂：在土洞扩展到一定程度而尚未塌陷前，往往首先在地面出现裂缝，这些裂缝大都是弧形断续展布，具拉张特征，有时有多条裂缝平行交错分布。裂缝进一步发展形成环状裂缝，且宽度加大，有时内侧下错形成小的错台，但一般不具有水平的相对位移，这些环状裂缝往往是塌陷坑口位置的表现。此外，在塌陷坑外侧周边还可出现弧形的牵引裂缝。在塌陷坑形成后引起坑壁的现塌。

塌陷地震：大规模的塌陷可引起地震效应，由于产生地震的能量有限，震源深度很浅，因此强度低，震级小，但烈度偏高。

（2）地面塌陷的共生现象。岩溶地区在自然和人为因素作用下除产生塌陷外，还可由于自身所具有的条件出现与之共生的地面变形现象，如沉陷和

地裂。它们与塌陷没有必然的成因联系，而是与塌陷不同的另一类变形现象，认识它对于区别塌陷现象有着重要的意义。

### （二）地面塌陷稳定性的宏观判断标志

1. 稳定性较好的已不再活动的塌陷坑一般具有的特征

（1）塌陷坑已受到后期改造；坑口坑壁经后期改造后坑壁已经稳定，成为漏斗状；坑底经后期充填后地面较平滑，参差凹凸的现象已不复见；坑周围的环形裂缝已多自行填塞不显。

（2）坑底堆积物中未见新的下沉、错移等复活迹象，坑底未见新的裂缝或坑穴。

（3）植物生长茂密，已遮盖大部分剖面。

（4）无地表水流汇集注入现象，雨后坑中积水消散较慢。

（5）附近不存在人为因素（如矿坑排水、抽水量大的水井等）的强烈影响，且据访问了解，在较长时期以来没有发生过塌陷活动。

2. 稳定性差、尚在活动的塌陷坑的特征

（1）塌陷坑形态保存较好，特别是坑中堆积物有沉陷、错移迹象，并见有裂缝。

（2）塌陷坑周边环形裂缝发育较齐全，其宽度、长度都有进一步发展的趋势。

（3）植物稀疏不发育或发育不均衡，有地表水流汇集注入迹象，水流入渗迅速，不积水。

（4）附近有人为因素的影响，据访问了解在近期有活动迹象。

以上特征可综合分析，作为塌陷坑稳定性的宏观判断标志。对于稳定性差、尚在活动的塌陷坑判断是防灾治灾工作的基础，应特别予以重视。

### （三）地面塌陷发生的前兆特征

地面塌陷很长一段变形过程发展于地面以下，一旦地面以上出现前兆，离塌陷时间已近而短促，往往因未及时引起警惕而造成重大损失。然而作为塌陷的序幕，只要认真仔细观察是可以发现并作出预警预报的，这对减轻灾害损失具有重要意义。主要的前兆如下：

1. 井、泉的异常变化

井、泉水位的骤然升、降，水色突然浑浊或翻砂、冒气。这些现象反映岩溶地下水动力条件突然发生急剧改变，从而为塌陷作用的发展提供了动力；这些变化的产生或者与附近地表水体（河、湖、水库）突然间发生集中渗漏有关，或者地下水通道因土洞扩展坍塌造成的堵塞或冲决有关。无论如何它们都将促进土洞的快速扩展，预示着存在塌陷的险情，作为判断塌陷的前兆有着重要的意义。

2. 地面变形

如地面出现环状裂缝并不断扩展，产生局部的地鼓或下沉现象。它们一般是土洞扩展达到一定规模后其顶板已接近极限平衡状态的现象，这时地面已处于临近塌陷的危险状态。

# 第二章

# 广东省地质灾害现状

## 第一节　地质灾害基本情况

广东省地处我国东南沿海，山地丘陵占全省陆地面积的76%。地质灾害成因复杂，点多、分布广，突发性强，预防难度大，救治难度高，旧的地质灾害隐患尚未消除，新的隐患点又不断产生，面临的防灾减灾形势十分严峻。据调查统计，截止2007年底，全省查明和发现地质灾害危险点和隐患点共21 070处，其中，威胁100人以上地质灾害隐患点655处，威胁人口34.85万人，主要分布在63个县（市、区），226个镇。根据近十年（1997~2006年）全省导致人员伤亡和较大经济损失的应急地质灾害处置情况来看，发生的地质灾害类型以崩塌、滑坡和地面塌陷为主，约占发生灾害宗数的95%左右。平均每年发生较严重的地质灾害约73宗，死亡约81人，平均经济损失3.43亿元（表2–1）。

表2–1　近十年全省应急处置地质灾害情况表

| 年　份 | 灾害宗数（宗） | 死亡人数（人） | 受伤人数（人） | 经济损失（亿元） |
|---|---|---|---|---|
| 1997年 | 24 | 147 | 426 | 6.1 |
| 1998年 | 49 | 115 | 35 | 6.2 |
| 1999年 | 57 | 91 | 7 | 1.25 |

续表

| 年 份 | 灾害宗数（宗） | 死亡人数（人） | 受伤人数（人） | 经济损失（亿元） |
|---|---|---|---|---|
| 2000 年 | 48 | 74 | 54 | 1.5 |
| 2001 年 | 78 | 60 | 25 | 3.03 |
| 2002 年 | 42 | 69 | 55 | 4.55 |
| 2003 年 | 60 | 19 | 6 | 0.24 |
| 2004 年 | 51 | 29 | 14 | 0.56 |
| 2005 年 | 146 | 66 | 13 | 3.87 |
| 2006 年 | 178 | 139 | 63 | 6.99 |

## 第二节　地质灾害类型与分布

广东省地质灾害主要分布在粤北、粤东和粤西等地区。地质灾害类型中崩塌、滑坡、地面塌陷、泥石流、地面沉降和地裂缝在全省都有分布，其中，崩塌、滑坡、地面塌陷是广东省主要灾害类型，占每年发生灾害总数的95%左右。

### 一、地质灾害空间分布特点

崩塌、滑坡主要分布在粤东的五华县、梅县、大埔县、龙川县、紫金县、和平县和龙门县，粤北的翁源县、乐昌市，粤西的罗定市、广宁县、高要市、怀集县、信宜市等地。

泥石流主要分布在信宜市、连南县、清新县、翁源县、乐昌市和从化市等地。

地面塌陷主要分布在广州北部的花都区，粤东的五华县、蕉岭县、龙门县和连平县，粤北的英德市和清新县，粤西的云浮市、怀集县和阳春市等地。

地裂缝主要分布在雷州半岛的遂溪县、雷州市、徐闻县等地。

地面沉降主要分布在湛江市城区，形成以霞山潜水学校和赤坎沙湾为沉降中心向四周扩展的沉降区，沉降面积达 194km$^2$，中心最大沉降量为 154mm，沉降速率为 7~12mm/a。

### 二、地质灾害时间分布特点

广东省突发性地质灾害在时间分布上呈现两个特点：一是汛期（4~9 月）

主要集中发生崩塌、滑坡和泥石流等三种类型的突发性地质灾害；二是枯水期（1~3 月、10~12 月）以诱发岩溶地面塌陷和采空区塌陷两种类型灾害为主。

根据 2003~2006 年应急地质灾害处置统计结果来看（表 2–2），每年 5~8 月是广东省崩塌、滑坡和泥石流高发期，占多年平均地质灾害发生数的 73%。而在 1~4 月和 9~12 月往往是以岩溶地面塌陷和采空区地面塌陷发生为主的两个时段，占全年地质灾害发生数的 27%。

表 2–2 （2003~2006 年）各月地质灾害发生情况统计表（宗）

| 年＼月 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 十 | 十一 | 十二 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2003 | 3 | 2 | 4 | 3 | 11 | 7 | 3 | 7 | 8 | 6 | 3 | 3 |
| 2004 | 1 | 2 | 5 | 5 | 11 | 7 | 5 | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 |
| 2005 | 4 | 3 | 4 | 7 |  | 102 | 6 | 4 | 1 | 6 | 5 | 4 |
| 2006 | 4 | 1 | 2 | 3 | 12 | 39 | 83 | 24 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| 平均 | 3 | 2 | 4 | 5 | 9 | 39 | 24 | 10 | 4 | 5 | 4 | 3 |

## 第三节　地质灾害易发与防治分区

### 一、粤北中低山崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷为主的地质灾害防治区

本区包括韶关、清远市辖区，已查明重要地质灾害隐患点 85 处，地质灾害高易发区面积为 7 144.97km$^2$。区内主要交通线路有京珠高速公路、京广铁路及国道。该区由中低山和岩溶盆地组成，山势高峻，地形切割强烈，岩石风化节理裂隙发育，局部地段风化层较厚，工程地质环境条件复杂，易发生地质灾害。历史上以清城、连南为多雨中心，汛期特别注意预防自然和人为诱发的崩塌、滑坡、泥石流，英德要预防隐覆岩溶区地面塌陷灾害，而乐昌、乳源要预防群发型崩、滑、流灾害。

### 二、粤东低山丘陵崩塌、滑坡、地面塌陷为主的地质灾害防治区

这一区域包括梅州、河源辖区及惠州所辖龙门县，已查明重要地质灾害

隐患点209处，地质灾害高易发区面积为9 985.17km²。该区花岗岩和变质岩风化残积土层分布广、厚度大，侵蚀、剥蚀、切割作用强烈，局部水土流失严重，常常发生崩塌、滑坡地质灾害。京九铁路、广梅汕铁路经过本区。汛期常常形成莲花山南麓的海丰多雨中心。应重点预防五华、梅县、大埔、龙川、紫金、和平的崩塌、滑坡地质灾害以及居民切坡建房形成的高陡不稳定斜坡地段。同时，应加强梅州市所属煤矿采空区和五华、蕉岭、兴宁地下采矿（石灰岩）可能引起地面塌陷的监测和预防。

## 三、粤西低山丘陵崩塌、滑坡、地面塌陷为主的地质灾害防治区

这一区域包括肇庆市所辖的怀集、广宁、封开、德庆，云浮市全境，阳江市所辖阳春市，茂名市辖区信宜、高州、化州，湛江市所辖廉江等地，已查明重要地质灾害隐患点111处，地质灾害高易发区面积7 990.82km²。该区以沉积岩为主，岩石节理裂隙发育，风化作用强烈，覆盖层厚薄不一，山区河流切割较强烈，易发生地质灾害。汛期可能形成罗定—信宜市多雨中心，重点预防罗定、信宜、化州、郁南、云安、新兴、高要、德庆和高州东北部等地危险斜坡可能形成的崩塌、滑坡、泥石流以及云城区、阳春市春城—春湾地面塌陷灾害，西江河段两岸和广梧高速公路的（高要至南江口段）滑坡、崩塌。

## 四、珠江三角洲平原台地地面沉降、地面塌陷为主的地质灾害防治区

珠江三角洲地区（珠江三角洲经济区）包括广州、深圳、珠海、佛山、江门、中山、东莞市，肇庆市辖区、高要市、四会市，惠州市所辖除龙门以外地区。已查明重要地质灾害隐患点102处，地质灾害高易发区面积1 036.87km²。本区以台地、平原为主，地势平坦，第四系沉积软土分布广；岩土以淤泥类软土和砂性土为主，深部普遍分布承压含水层，易诱发地面沉降；广州的花都和增城，深圳的龙岗、坪地、坑梓，肇庆的高要和惠州的惠阳等地，局部有石灰岩分布，易诱发岩溶地面塌陷。由于受热带气旋影响，经常遭受热带风暴袭击，形成深圳、东莞等多雨中心，常诱发崩塌、滑坡灾害。汛期重点预防地段是山地与平原交接的从化市和增城市及105国道从化至新丰段的崩塌、滑坡地质灾害，同时，要加强河口三角洲软土地面沉降和从化市、增城市派潭、白云区、花都区、深圳市的龙岗、坪地、坑梓隐伏灰岩区的岩溶地面塌陷灾害的预防工作。

## 五、沿海平原台地地面沉降、风暴潮为主的地质灾害防治区

本区包括汕头、潮州、揭阳、汕尾辖区，茂名所辖电白，阳江市辖区、阳西、阳东，湛江所辖吴川。已查明重要地质灾害隐患点140处，地质灾害高易发区面积1 153.7km$^2$。本区以平原、台地、丘陵为主，第四系沉积软土及风化残积土分布广、厚度大。受热带风暴影响带来的暴雨，易造成洪水泛滥、河堤海堤溃决及其引发的崩塌、滑坡灾害链，汛期重点预防地段是公路、堤坝及工程开挖引起的崩塌、滑坡地质灾害，软土地面沉降地质灾害。

## 六、雷州半岛台地地裂缝为主的地质灾害防治区

本区包括湛江市辖区、遂溪、雷州、徐闻等地，以玄武岩台地、湛江组和北海组台地为主，地势平坦，第四系松散松软沉积土、火山岩风化残积土发育。属南亚热带季风气候，常受台风暴潮袭击，多年平均降雨量为1 417~1 802mm，年蒸发量大于降雨量。残积土岩性主要为粘土、粉质粘土，孔隙比大，压缩性高，具有胀缩性，在气候干旱期易产生地裂缝；在大量开采地下水的湛江市区，由于地下水位局部下降导致地面沉降灾害。该区应重点预防地裂缝和地面沉降灾害。

广东省地质灾害易发程度分区图



# 第四节　地质灾害成因分析

广东全省崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝和地面沉降的成因可归纳为自然因素和人为因素两大类。

## 一、自然因素

（一）降雨渗透作用，是产生滑坡的最主要外因。其一是渗透水进入土体孔隙或岩石裂缝，使土石抗剪强度降低；其二是渗透水补给地下水，使地下水位或水压增加，对岩土体产生浮托作用，土体软化、饱和，造成抗剪强度降低，导致滑坡产生。

（二）气温变化促使岩石风化，降低其抗剪强度。夏季炎热干燥，使土层龟裂，遇暴雨水沿裂缝渗入，斜坡土体含水量增加，粘聚力降低，导致崩塌、滑坡产生。

（三）地表水冲刷、淘蚀、溶解和软化裂隙充填物，地表水下渗，当水渗入不透水层上时，使接触面润湿，降低其摩擦力和粘聚力，促使崩塌、滑坡产生。

（四）水库、河道水流冲刷、潜蚀、淘蚀坡脚。削弱斜坡的支撑部分，河水涨落引起地下水位升降，均能引起崩塌、滑坡的产生。

（五）地震是诱发滑坡的重要因素之一。由于地震使斜坡土石结构遭受破坏，在地震力反覆震动冲击之下，沿原有软弱面或新产生的软弱面产生滑动。而且往往是在震后雨季时发生滑坡。

广东地处南亚热带季风气候区，水热资源充沛，但时空变异大，降水引发灾害频繁。全省多年平均降水量为 1 771mm，最大年份达 2 278mm（1973 年），最小为 1 178mm（1963 年）。在空间分布上，大致南多北少，存在三个多雨中心：云雾山南麓的恩平至阳江（2 613mm）、莲花山南麓的海丰至丰顺（2 442mm）和北江谷地的清城、连山及乳源（2 202mm）。此外，还有三个相对少雨地区，分别以南澳、罗定、徐闻为中心。全年雨季分为两段：4~6 月为前汛期，主要是锋面低槽带来的降水；7~9 月为后汛期，主要是热带气旋、热带辐合带等引起的降水。年内降水分布不均，4~9 月的降水量占年降水量的 79%，其余月份降水量占年降水量的 21%。雨带在时间上有一个自北向南推进的过程，北部雨季开始及结束都较南部早。中北部地区的降水年内分布为单峰型，峰值点出现在前汛期 5 月、6 月；南部则以双峰型为主，峰值分别出现在 5 月、6 月和 8 月。结合广东省区域降水时空差异的特点，以及近

年来地质灾害发生发展的情况，降水诱发地质灾害表现为两个特点：一是汛期发生地质灾害占主导，汛期地质灾害发生数占年总数的67%；二是一次暴雨往往引发群发性地质灾害。

## 二、人为因素

（一）开挖边坡。修建铁路、公路、依山建房建厂等工程，开挖边坡使斜坡下部失去支撑部分，形成人工陡坡，易造成崩塌、滑坡的发生（图2-1）。

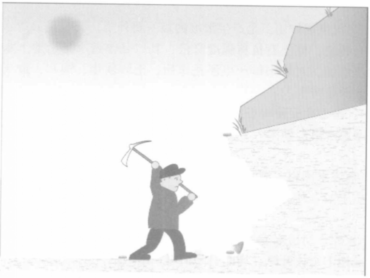


图2-1　不合理开挖坡脚易导致斜坡失稳

（二）采石、劈山放炮的强烈振动。采石、放炮使斜坡岩土体受振而松动，同时形成人工陡边坡，易诱发崩塌、滑坡的发生。

（三）堆填加载。在斜坡上大量兴建楼房、工厂、堆渣、弃渣、填土等，等于给斜坡增加了荷载，斜坡支撑不了过大的重量，失去平衡而诱发崩塌、滑坡的发生。

（四）乱砍滥伐。不适当的开垦农田等，乱砍滥伐、破坏植被，加大了雨水的冲击、淘蚀作用，也能诱发崩塌、滑坡的发生。

（五）矿业开发。开采矿产资源不依法有序进行，乱采滥挖，易诱发地面开裂、塌陷、山体滑坡等地质灾害。

广东省主要人为诱发地质灾害，一是山丘区各种人类工程活动形成人工边坡，为崩塌、滑坡灾害埋下隐患，往往在汛期强降雨条件下发生灾变；二是矿山开采、抽排地下水以及弃土弃渣随意堆放，导致地面塌陷或泥石流等地质灾害。

# 第三章 地质灾害调查与评估

## 第一节　地质灾害调查基本要求

### 一、目的

根据地质灾害属地管理的原则，以县（市、区）为地质灾害调查单元，通过查明地质灾害严重县（市、区）的地质灾害隐患，划定地质灾害易发区，健全群专结合的监测网络，以便有计划的开展地质灾害防治工作，建立地质灾害信息系统，最大限度地减少地质灾害造成的损失，确保人民群众生命财产安全。

### 二、任务

（一）以人为本，对城镇、厂矿、村庄、风景名胜区、重要交通干线和重要工程设施分布区的不稳定斜坡（变形斜坡）、泥石流潜在发育区以及潜在地面塌陷区进行调查，并对其稳定程度和潜在危害（险情）进行初步评价。

（二）对已发生的滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害点进行调查。查清其分布范围、规模、结构特征、影响因素、引发因素等，并对其稳定性、危害性（灾情）及潜在危害性（险情）进行评价。

（三）划定地质灾害易发区。

（四）协助当地政府建立地质灾害群测群防网络和编制特大型、大型地质灾害隐患点的防灾预案。

（五）结合调查成果，对所属县（市）有关人员进行地质灾害防灾减灾知识培训，指导地质灾害的监测与预警工作。

（六）开展地质灾害防治区划。

（七）建立地质灾害信息系统。

## 三、基本要求

地质灾害调查工作要紧密结合防灾需要，落实以人为本的精神，以突发性地质灾害为重点，不按测图比例尺定额平均布设调查点，而围绕有受灾危险的居民点及重要设施进行调查。

（一）地质灾害调查应在充分收集、利用已有资料的基础上进行。收集资料内容包括与地质灾害形成条件相关的气象水文、地形地貌、地质构造、区域构造、第四纪地质、水文地质条件、生态环境以及人类活动与社会经济发展规划等。

（二）地质灾害调查的主要内容，包括不稳定斜坡、滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等。根据工作区的实际情况，可以增加其他种类的地质灾害调查内容。

（三）地质灾害调查应充分发动群众，采取有关部门和群众报险与专业人员调查相结合的方式进行。对于前人文献已有记载的以及当地群众和有关部门报告的地质灾害点，必须逐一进行现场调查；对于主要的居民点，无论有无地质灾害分布，都必须进行现场调查；对于依据地质条件判断可能遭受地质灾害威胁的一般居民点，也必须进行现场调查。

（四）地质灾害调查必须做到“一点一卡”。按照卡片要求的内容逐一填写，对地质灾害主要要素的描述不得遗漏。

（五）地质灾害调查必须按照统一的格式要求建立相应的信息系统。

（六）县（市）地质灾害调查与区划成果资料（含文字报告、图件、附件、附表和有关原始资料等）均以纸介质和电子文档（光、磁盘）两种形式汇交。所汇交的资料均应严格按照有关规定、标准制作。光（磁）盘数据资料，必须与纸介质成果资料内容一致。

（七）每个县（市）地质灾害调查工作应在一年内完成。

## 四、组织形式

（一）成立由县（市）政府领导、承担调查任务的地勘单位领导及有关部门成员参加的项目协调领导小组，负责组织和协调项目的实施。

（二）在协调小组的领导下，由承担调查任务的地勘单位和县（市）国土资源主管部门组成若干联合调查组开展工作。

（三）每个县（市）调查组专业技术人员不应少于2人。其中，具有中、高级技术职称并且有经验的专业人员不应少于1人。

（四）在开展地质灾害调查工作前，专业调查组应协助当地政府举办地质灾害调查基层干部培训班。

## 五、质量监控

（一）地质灾害调查与区划项目，应由具备地质灾害防治工程勘查资质的单位承担。

（二）项目承担单位必须按照审批后的设计书要求组织实施，如需要对设计方案进行较大变更、调整，应报原审批管理机关备案或重新审批。

（三）项目承担单位应按时开展对项目实施阶段的自检、互检、专检的质量控制措施。

（四）在项目实施过程中，各级国土资源主管部门应组织有关专家对地质灾害调查工作进行野外抽查和验收。质量不合格者，必须返工，直至质量合格。

（五）项目承担单位提交的成果报告送审稿，经省（区、市）国土资源行政主管部门组织有关专家评审通过并经审批后，方可提供给当地政府使用，并按照规定进行资料归档。

## 六、野外调查

### （一）不稳定斜坡调查要点

调查的内容包括：构成斜坡的地层岩性、风化程度、厚度、软弱夹层岩性及产状；断裂、节理、裂隙发育特征及产状；风化残坡积层岩性、厚度；山坡坡型、坡度、坡向和坡高；岩土体中结构面与斜坡坡向的组合关系；不稳定斜坡与建筑物的平面关系（如房屋与高陡边坡的距离等）。还要调查斜坡周围，特别是斜坡上部暴雨、地表水渗入或地下水对斜坡稳定的影响、人为工程活动对斜坡的破坏情况等。对可能构成崩塌、滑坡的结构面的边界条件、坡体异常情况等进行调查分析，以此判断斜坡发生崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的危险性及可能的影响范围。

有下列情况之一者，应视为该斜坡具备失稳条件：

1. 各种类型的危岩体；
2. 斜坡岩体中有倾向坡外、倾角小于坡角的结构面存在；
3. 斜坡被两组或两组以上结构面切割，形成不稳定棱体，其底棱线倾向坡外，且倾角小于斜坡坡角；
4. 斜坡后缘已产生拉裂缝；
5. 顺坡走向卸荷裂隙发育的高陡斜坡或凹腔深度大于裂隙带；
6. 岸边裂隙发育、表层岩体已发生蠕动或变形的斜坡；

7. 坡足或坡基存在缓倾的软弱层；

8. 位于库岸或河岸水位变动带，渠道沿线或地下水溢出带附近，工程建成后可能经常处于浸湿状态的软质岩石或第四系沉积物组成的斜坡；

9. 其他根据地貌、地质特征分析或用图解法初步判定为可能失稳的斜坡。

### （二）滑坡调查要点

1. 调查的范围应包括滑坡区及其邻近稳定地段，一般包括滑坡后壁外一定距离（滑坡滑动会影响和危害的区域），滑坡体两侧自然沟谷和滑坡舌前缘一定距离或江、河、湖水边。

2. 注意查明滑坡的发生与地层结构、岩性、断裂构造（岩体滑坡尤为重要）、地貌及其演变、水文地质条件、地震和人为活动因素的关系，找出引起滑坡或滑坡复活的主导因素。

3. 调查滑坡体上各种裂缝的分布特征，发生的先后顺序、切割和组合关系，分清裂缝的力学属性，如拉张、剪切、鼓胀裂缝等，藉以作为滑坡体平面上分块、分条和纵剖面分段的依据，分析滑坡的形成机制。

4. 通过裂缝的调查，藉以分析判断滑动面的深度和倾角大小。滑坡体上裂缝纵横，往往是滑动面埋藏不深的反映；裂缝单一或仅见边界裂缝，则滑动面埋深可能较大；如果基础埋深不大的挡土墙开裂，则滑动面往往不会很深；如果斜坡已有明显位移，而挡土墙等依然完好，则滑动面埋深较深；滑坡壁上的平缓擦痕的倾角，与该处滑动面倾角接近一致；滑坡体的差速裂缝两壁也会出现缓倾角擦痕，同样是下部滑动面倾角的反映。

5. 对岩体滑坡应注意调查缓倾角的层理面、层间错动面、不整合面、假整合面、断层面、节理面和片理面等，若这些结构面的倾向与坡向一致，且其倾角小于斜坡前缘临空面倾角，则很可能发展成为滑动面。对土体滑坡，则首先应注意土层与岩层的接触面构成的滑带形态特征及控制因素，其次应注意土体内部岩性差异界面。

6. 调查滑动体上或其邻近的建、构筑物（包括支挡和排水构筑物）的裂缝，但应注意区分滑坡引起的裂缝与施工裂缝、填方基础不均匀沉降裂缝、自重与非自重黄土湿陷裂缝、膨胀土裂缝、温度裂缝和冻胀裂缝的差异，避免误判。

7. 调查滑带水和地下水情况，泉水出露地点及流量，地表水自然排泄沟渠的分布和断面，湿地的分布和变迁情况等。

8. 围绕判断是首次滑动的新生滑坡还是再次滑动的古（老）滑坡进行调查。古（老）滑坡的识别标志见表 3-1。

表 3–1　古（老）滑坡的识别标志

| 标志 类别 | 标志 亚类 | 内容 | 等级 |
|---|---|---|---|
| 形态 | 宏观形态 | 1. 圈椅状地形 | B |
| | | 2. 双沟同源地貌 | B |
| | | 3. 坡体后缘出现洼地 | C |
| | | 4. 大平台地形（与外围不一致、非河流阶地、非构造平台或风化差异平台） | C |
| | | 5. 不正常河流弯道 | C |
| | 微观形态 | 6. 反倾向台面地形 | C |
| | | 7. 小台阶与平台相间 | C |
| | | 8. 马刀树或醉汉林 | C |
| | | 9. 坡体前方、侧边出现擦痕面、镜面（非构造成因） | A |
| | | 10. 浅部表层坍滑广泛 | C |
| 地层 | 老地层变动 | 11. 明显的产状变动（排除了别的原因） | B |
| | | 12. 架空、松弛、破碎 | C |
| | | 13. 大段孤立岩体掩覆在新地层之上 | A |
| | | 14. 大段变形岩体位于土状堆积物之中 | B |
| | 新地层变动 | 15. 变形、变位岩体被新地层掩覆 | C |
| | | 16. 山体后部洼地内出现局部湖相地层 | B |
| | | 17. 变形、变位岩体上掩覆湖相地层 | C |
| | | 18. 上游方出现湖相地层 | C |

续表

| 标志 | | 内　　　容 | 等级 |
|---|---|---|---|
| 类别 | 亚类 | | |
| 变形等 | | 19. 古墓、古建筑变形 | C |
| | | 20. 构成坡体的岩土结构零乱、强度低 | B |
| | | 21. 开挖后易坍滑 | C |
| | | 22. 斜坡前部地下水呈线状出露、湿地 | C |
| | | 23. 古树等被掩埋 | C |
| 历史记载访问材料 | | 24. 发生过滑坡的记载和口述 | A |
| | | 25. 发生过变形的记载和口述 | C |

注：属A级标志，可单独判别为属古、老滑坡；二个B级标志或一个B级、二个C级，或4个C级标志可判别为古、老滑坡。迹象愈多，则判别的可靠性愈高。

9. 当地整治滑坡的经验和教训。

10. 调查滑坡已经造成的损失，滑坡进一步发展的影响范围及潜在损失。

**（三）崩塌调查要点**

崩塌调查包括危岩体调查和已有崩塌堆积体调查。

危岩体调查应包括下列内容。

1. 危岩体位置、形态、分布高程、规模。

2. 危岩体及周边的地质构造、地层岩性、地形地貌、岩（土）体结构类型、斜坡组构类型等。岩土体结构应初步查明软弱（夹）层、断层、褶曲、裂隙、裂缝、临空面、侧边界、底界（崩滑带）以及它们对危岩体的控制和影响。

3. 危岩体及周边的水文地质条件和地下水赋存特征。

4. 危岩体周边及底界以下地质体的工程地质特征。

5. 危岩体变形发育史。历史上危岩体形成的时间，危岩体发生崩塌的次数、时间，崩塌前兆特征、崩塌方向、崩塌运动距离、堆积场所、崩塌规模、引发因素，变形发育史、崩塌发育史、灾情等。

6. 危岩体成因的动力因素。包括降雨、河流冲刷、地面及地下开挖、采掘等因素的强度、周期以及它们对危岩体变形破坏的作用和影响。在高陡临空地形条件下，由崖下硐掘型采矿引起山体开裂形成的危岩体，应详细调查

采空区的面积、采高、分布范围、顶底板岩性结构，开采时间、开采工艺、矿柱和保留条带的分布，地压现象（底鼓、冒顶、片帮、鼓帮、开裂、压碎、支架位移破坏等）、地压显示与变形时间，地压监测数据和地压控制与管理办法，研究采矿对危岩体形成与发展的作用和影响。

7. 分析危岩体崩塌的可能性，初步划定危岩体崩塌可能造成的灾害范围。

8. 危岩体崩塌后可能的运移斜坡，在不同崩塌体积条件下崩塌运动的最大距离。在峡谷区，要重视气垫浮托效应和折射回弹效应的可能性及由此造成的特殊运动特征与危害。

9. 危岩体崩塌可能到达并堆积场地的形态、坡度、分布、高程、地层岩性与产状及该场地的最大堆积容量。在不同体积条件下，崩塌块石越过该堆积场地向下运移的可能性以及最终堆积场地。

10. 调查崩塌已经造成的损失，崩塌进一步发展的影响范围及潜在损失。

已有崩塌堆积体调查应包括下列内容。

（1）崩塌源的位置、高程、规模、地层岩性、岩（土）体工程地质特征及崩塌产生的时间。

（2）崩塌体运移斜坡的形态、地形坡度、粗糙度、岩性、起伏差，崩塌方式、崩塌块体的运动路线和运动距离等。

（3）崩塌堆积体的分布范围、高程、形态、规模、物质组成、分选情况、植被生长情况、块度、结构、架空情况和密实度等。

（4）崩塌堆积床形态、坡度、岩性和物质组成、地层产状。

（5）崩塌堆积体内地下水的分布和运移条件。

（6）评价崩塌堆积体自身的稳定性和在上方崩塌体冲击荷载作用下的稳定性，分析在暴雨等条件下向泥石流、崩塌转化的条件和可能性。

**（四）泥石流调查要点**

泥石流沟谷在地形地貌和流域形态上往往有其特殊反映，典型的泥石流沟谷，形成区多为高山环抱的山间盆地。流通区多为峡谷，沟谷两侧山坡陡峻，沟床顺直，纵坡梯度大。堆积区则多呈扇形或锥形分布，沟道摆动频繁，大小石块混杂堆积，垄岗起伏不平。对于典型的泥石流沟谷，这些区段均能明显划分，但对不典型的泥石流沟谷，则无明显的形成区、流通区与堆积区。研究泥石流沟谷的地形地貌特征，可从宏观上判定沟口是否属泥石流沟谷，并进一步划分其区段。调查范围应包括沟谷至分水岭的全部地段和可能受泥石流影响的地段，主要包括泥石流的形成区、流通区和堆积区。调查应包括下列内容。

1. 冰雪融化和暴雨强度、前期降雨量、一次最大降雨量，一般及最大流

量，地下水活动情况；

2. 地层岩性、地质构造、不良地质现象，松散堆积物的物质组成、分布和储量；

3. 沟谷地形地貌特征，包括沟谷的发育程度、切割情况、坡度、弯曲、粗糙程度。划分泥石流的形成区、流通区和堆积区，圈绘整个沟谷的汇水面积；

4. 形成区的水源类型、水量、汇水条件、山坡坡度、岩层性质及风化程度，断裂、滑坡、崩塌、岩堆等不良地质现象发育情况及可能形成泥石流固体物质的分布范围、储量；

5. 流通区的沟床纵横坡度、跌水、急弯等特征，沟床两侧山坡坡度、稳定程度，沟床的冲淤变化和泥石流的痕迹；

6. 堆积区的堆积扇分布范围、表面形态、纵坡、植被、沟道变迁和冲淤情况；堆积物的性质、层次、厚度、一般和最大粒径及分布规律。判定堆积区的形成历史、划分古泥石流扇和新泥石流扇，新泥石流扇的堆积速度，估算一次最大堆积量；

7. 泥石流沟谷的历史，历次泥石流的发生时间、频数、规模、形成过程、爆发前的降水情况和爆发后产生的灾害情况，区分正常沟谷还是低频率泥石流沟谷；

8. 开矿弃渣、修路切坡、砍伐森林、陡坡开荒及过度放牧等人类活动情况；

9. 当地防治泥石流的措施和建筑经验；

10. 调查泥石流已经造成的损失，泥石流进一步发展的影响范围及潜在损失。

泥石流沟堵塞程度分级如表 3–2。

**表 3–2　泥石流沟堵塞程度分级**

| 堵塞程度 | 特　征 |
|---|---|
| 严重 | 沟槽弯曲，河段宽窄不均，卡口、陡坎多。大部分支沟交汇角度大。形成区集中，沟槽堵塞严重，阵流间隔时间长 |
| 中等 | 沟槽较顺直，河段宽窄较均匀，陡坎、卡口不多。主支沟交角多数小于 60 度。形成区不太集中，河床堵塞情况一般 |
| 轻微 | 沟槽顺直均匀，主支沟交汇角小，基本无卡口，陡坎。形成区分散，阵流间隔时间短而少 |

泥石流综合评判部分各因素评分，按照泥石流沟严重程度（易发程度）数量化评分表（表 3–3）和泥石流易发程度分级表（表 3–4）。

**表 3-3　泥石流沟严重程度（易发程度）数量化评分表**

| 序号 | 影响因素 | 权重 | 量级划分 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 严重（A） | 得分 | 中等（B） | 得分 | 轻微（C） | 得分 | 得分一般（D） | 得分 |
| 1 | 崩塌滑坡及水土流失（自然和人为的）的严重程度 | 0.159 | 崩塌滑坡等重力侵蚀严重，多深层滑坡和大型崩塌，表土疏松，冲沟十分发育 | 21 | 崩塌滑坡发育，多浅层滑坡和中小型崩塌，有零星植被覆盖，冲沟发育 | 16 | 有零星崩塌、滑坡和冲沟存在 | 12 | 无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微 | 1 |
| 2 | 泥沙沿程补给长度比（%） | 0.118 | >60 | 16 | 60–30 | 12 | 30–10 | 8 | <10 | 1 |
| 3 | 沟口泥石流堆积活动 | 0.108 | 河形弯曲或堵塞，大河主流受挤压偏移 | 14 | 河形无较大变化，仅大河主流受迫偏移 | 11 | 河形无变化，大河主流在高水偏，低水不偏 | 7 | 无河形变化，主流不偏 | 1 |
| 4 | 河沟纵破（度，‰） | 0.090 | >12°（213） | 12 | 12°–6°（213–105） | 9 | 6°–3°（105–52） | 6 | <3°（52） | 1 |
| 5 | 区域构造影响程度 | 0.075 | 强抬升区，六级以上地震区 | 9 | 抬升区，4–6 级地震区，有中小支断层或无断层 | 7 | 相对稳定区，4 级以下地震区，有小断层 | 5 | 沉降区，构造影响小或无影响 | 1 |
| 6 | 流域植被覆盖率（%） | 0.067 | <10 | 9 | 10–30 | 7 | 30–60 | 5 | >60 | 1 |
| 7 | 河沟近期一次变幅（m） | 0.062 | >2 | 8 | 2–1 | 6 | 1–0.2 | 4 | <0.2 | 1 |

续表

| 序号 | 影响因素 | 权重 | 量级划分 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 严重（A） | 得分 | 中等（B） | 得分 | 轻微（C） | 得分 | 得分一般（D） | 得分 |
| 8 | 岩性影响 | 0.054 | 软岩、黄土 | 6 | 软硬相间 | 5 | 风化和节理发育的硬岩 | 4 | 硬岩 | 1 |
| 9 | 沿沟松散物贮量（$10^4m^3/km^2$） | 0.054 | >10 | 6 | 10–5 | 5 | 5–1 | 4 | <1 | 1 |
| 10 | 沟岸山坡坡度　度（‰） | 0.045 | >32°<br>（625） | 6 | 32°–25°<br>（625–466） | 5 | 25°–15°<br>（466–286） | 4 | <15°<br>（268） | 1 |
| 11 | 产沙区沟槽横断面 | 0.036 | V 型谷、谷中谷、U 型谷 | 5 | 拓宽 U 型谷 | 4 | 复式断面 | 3 | 平坦型 | 1 |
| 12 | 产沙区松散物平均厚度（m） | 0.036 | >10 | 5 | 10–5 | 4 | 5–1 | 3 | <1 | 1 |
| 13 | 流域面积（$km^2$） | 0.036 | <5 | 5 | 5–10 | 4 | 10–100 | 3 | >100 | 1 |
| 14 | 流域相对高差（m） | 0.030 | >500 | 4 | 500–300 | 3 | 300–100 | 3 | <100 | 1 |
| 15 | 河沟堵塞程度 | 0.030 | 严 | 4 | 中 | 3 | 轻 | 2 | 无 | 1 |

表 3–4　泥石流易发程度分级表

| 易发程度 | 总 分 |
|---|---|
| 高易发（严重） | >114 |
| 中易发（中等） | 84~114 |
| 低易发 | 40~84 |
| 不易发 | ≤40 |

**（五）地面塌陷调查要点**

地面塌陷主要调查岩溶地面塌陷和采空地面塌陷，包括发育在黄土等地区的土洞型地面塌陷。

1. 岩溶地面塌陷

岩溶地面塌陷主要发生在可溶岩上有松散土层覆盖的岩溶区。塌陷主要产生在土层中，所以也称为“土层塌陷”。一般下列地段易产生岩溶塌陷。

（1）浅部岩溶发育强烈，可溶岩顶面起伏较大并有洞口或裂口，岩溶洞穴空间无充填或充填物少，且充填物为砂、碎石和亚粘土的地段；

（2）采、排地下水点附近和地下水位降落漏斗范围内（特别是地下水的主要补给方向上），以及地下水位变动明显的区域（浸没导致水位上升）；

（3）构造断裂带、背斜或向斜轴部、可溶岩与非可溶岩的接触部位；

（4）岩溶洼地、积水低地和池塘；

（5）第四纪土层为砂、轻亚粘土、亚粘土，且厚度小于 10m 的地段。

因此，调查过程中首先要依据已有资料进行综合分析，在基本掌握区内岩溶发育、分布规律及岩溶水环境的基础上，查明岩溶塌陷的成因、形态、规模、分布密度、引发因素、土层厚度与下伏基岩岩溶特征。地表、地下水活动动态及其与自然和人为因素的关系。调查岩溶塌陷对已有建筑物的破坏损失情况，圈定可能发生岩溶塌陷的区段。

2. 采空地面塌陷

采空塌陷应通过搜集资料，调查访问等工作查明。

（1）采空区和巷道的具体位置、大小、埋藏深度、开采时间和回填塌落、充水等情况；

（2）矿层的分布、层数、厚度、深度、埋藏特征和开采层的岩性、结构等；

（3）矿层开采的深度、厚度、时间、方法、顶板支撑及采空区的塌落、密实程度、空隙和积水等；

（4）地表变形特征和分布规律：包括地表陷坑、台阶、裂缝等位置、形

状、大小、深度、延伸方向及其与采空区、地质构造、开采边界、工作面推进方向等关系；

（5）依据地表移动盆地的特征，划分中间区、内边缘区和外边缘区，确定地表移动和变形的特征值；

（6）采空区附近抽、排水情况以及对采空区稳定性的影响；

（7）搜集建筑物变形及其处理措施的资料等。

**（六）地裂缝调查要点**

本调查所指地裂缝为区域性地裂缝，与滑坡、崩塌、地面塌陷相伴生的地裂缝不在此调查范围之内。地裂缝调查主要内容如下。

1. 单缝特征和群缝分布特征及其分布范围；

2. 形成的地质环境条件（地形地貌、地层岩性、构造断裂等）；

3. 地裂缝成因类型和引发因素；

4. 发展趋势预测和现有灾害评估及未来灾害预测；

5. 现有防治措施和效果。

**（七）地面沉降调查要点**

主要调查由于常年抽汲地下水引起水位或水压下降而造成的地面沉降，不包括由于其他原因所造成的地面下降。主要通过搜集资料和调查访问来查明地面沉降原因、现状和危害情况，着重查明下列问题。

1. 综合分析已有资料查明第四纪沉积、地貌单元，特别要注意冲积、湖积和海相沉积的平原或盆地及古河道、洼地、河间地块等微地貌分布；第四系岩性、厚度和埋藏条件，特别要查明硬土层和软弱压缩层的分布。

2. 查明第四系含水层水文地质特征、埋藏条件及水力联系；搜集历年地下水动态、开采量、开采层位和区域地下水位等值线图等资料。

3. 根据已有地面测量资料和建筑物实测资料，同时结合水文地质资料进行综合分析，初步圈定地面沉降范围和判定累计沉降量，并对地面沉降范围内已有建筑物损坏情况进行调查。

## 七、提交成果

调查必须提交以下成果。

**（一）地质灾害分布与易发区图（1:10万）**

该图是以区内地质灾害形成发育的地质环境条件为背景，主要反映地质灾害分布和地质灾害易发区划分及其危害等。主要表示简化地理、行政区划要素与地质灾害相关的地质环境要素。各类地质灾害的位置、类型、成因、规模、稳定性与危害性等，分别用不同颜色的点状或面状符号表示，规模大者应以实际边界表示。各种地质灾害易发区分区等级及分区界线。图面中应

配置必要的镶图与说明表。镶图用于地质环境条件或地质灾害成因、引发因素的说明，如降水量等值线图、暴雨等值线图和地震烈度分区图等；说明表主要反映重要地质灾害隐患点的编号、地理位置、类型、规模、稳定性和危害性预测等。图面中应配置必要的地质灾害易发程度说明表，主要内容包括分区代号、分区名称、等级、位置、面积、地质灾害发育特征及危害等。

**（二）地质灾害防治区划图（1∶10 万）**

该图主要表示简化地理要素。简化行政区划要素，应表示到乡、镇及重要居民点（100 人以上或 20 户以上）；标明风景名胜区及已建和拟建的重要建设工程，如城建工程、水利水电工程、矿业工程、交通工程、地下供水工程等。防治分区类别及分区界线。依据地质灾害形成的地质环境条件、易发区特征，结合当地经济与社会发展规划等因素，进行综合分析，对遭受地质灾害威胁的上述区域划出重点防治区。表示所有地质灾害隐患点的防治措施（群测群防、专业监测、避让、治理等），特大型和大型地质灾害隐患点标示为专业监测点，用不同颜色的点状、线状符号或代号表示。图面中应配置必要的镶图与防治区划说明表。如有必要可做重点防治地段或重点防治城镇等镶图，比例尺适当放大。防治区划说明表主要反映：重点防治区的名称、位置、面积，主要地质灾害类型、特征及危害、重点防治（包括应急治理）的地质灾害、防治对策、措施、方法等内容。

**（三）地质灾害调查与区划报告**

1. 综合利用、充分反映前人资料和调查所取得的成果。

2. 阐明地质灾害主要类型、分布规律、发育特征、主要控制影响因素及危害，作出正确的评价与发灾条件预测。

3. 结合地方政府需求与经济社会发展规划，提出合理、有效的防治建议，体现调查工作的防灾减灾效益。

4. 内容简明扼要、重点突出、依据充分、结论明确、附图规范、附件齐全，便于地方政府和主管部门阅读与使用。

5. 成果报告与附图均以纸质和数字两种形式表示。

## 第二节　汛期地质灾害应急调查

### 一、地质灾害应急调查的工作原则

**（一）统一领导，分工负责**

在各级政府统一领导下，有关部门各司其职，各负其责，密切配合，共同做好突发性地质灾害应急调查及防治工作。

#### （二）分级管理，属地为主

建立健全按灾情或险情等级分级管理、条块结合、以地方人民政府为主的应急处置机制。

#### （三）快速响应，控制灾情

地质灾害应急处置是地质灾害应急响应的中心环节，是针对地质灾害险情或灾情采取的紧急减灾行动，工作实施应体现快调查、快监测、快定性、快论证、快决策、快实施的原则，最大程度地减少突发性地质灾害造成的损失，把保障人民群众的生命财产安全作为应急调查工作的出发点和落脚点。

## 二、地质灾害灾情和险情分级

地质灾害按照人员伤亡、经济损失的大小，分为特大型、大型、中型、小型四个等级。

#### （一）地质灾害灾情

特大型：因灾死亡 30 人（含）以上或者直接经济损失 1 000 万元（含）以上的；

大型：因灾死亡 10 人（含）以上 30 人以下或者直接经济损失 500 万元（含）以上 1 000 万元以下的；

中型：因灾死亡 3 人（含）以上 10 人以下或者直接经济损失 100 万元（含）以上 500 万元以下的；

小型：因灾死亡 3 人以下或者直接经济损失 100 万元以下的。

#### （二）地质灾害险情

特大型：受地质灾害威胁，需搬迁转移人数在 1 000 人（含）以上或者潜在可能造成的经济损失 1 亿元（含）以上的；

大型：受地质灾害威胁，需搬迁转移人数在 500 人（含）以上 1 000 人以下或者潜在可能造成的经济损失 5 000 万元（含）以上 1 亿元以下的；

中型：受地质灾害威胁，需搬迁转移人数在 100 人（含）以上 500 人以下或者潜在可能造成的经济损失 500 万元（含）以上 5 000 万元以下的；

小型：受地质灾害威胁，需搬迁转移人数在 100 人以下或者潜在可能造成的经济损失 500 万元以下的。

## 三、地质灾害应急调查内容

地质灾害应急调查工作特点是技术要求高、工作反应迅速、技术结论正确及时、政策意识强，既注重时效性又要科学严谨。应按照“统一指挥、整合资源、分级管理、属地优先、分工协作、信息共享和公众参与”的方针开展应急调查工作。应急调查工作内容包括以下六个方面。

**（一）地质灾害发生的准确时间和所处行政区域与地貌位置**

**（二）地质灾害导致人员伤亡和直接经济损失**

直接经济损失应说明受损对象、损坏程度，根据灾情大小划定等级；或地质灾害险情调查，包括潜在威胁对象和潜在经济损失，根据险情大小划定等级。

**（三）防灾措施及成效**

灾害发生前和发生后，已采取的各种防灾减灾措施，其效果如何。

**（四）地质灾害成因和类型**

地质灾害要素描述，形成环境、诱发因素分析，灾害活动历史回顾，地质灾害类型。

**（五）地质灾害发展趋势**

根据影响地质灾害活动的主要因素变化态势的预测，分析地质灾害继续活动的可能性，可能受到灾害影响的危险区范围，受灾害威胁的对象及其重要性。

**（六）进一步防灾减灾工作建议**

为了防御地质灾害发展、减轻灾害损失，需要进一步采取的措施和建议。

## 四、地质灾害应急处置方法

地质灾害应急处置方法为“快调查、快监测、快定性（会商）、快论证、快决策（应对）和快实施”六个步骤。

**（一）快调查**

“快调查”的目的是快速查明地质灾害体的地质结构和环境条件。调查任务是基本查明地质灾害体的规模、分布、破坏类型及其危害状况，观察影响地质体稳定性的环境条件、自身结构成分特点和长期作用因素及瞬时触发动力。工作方法通过灾发区实地调查，采用数码摄像、GPS 定位、探地雷达、快速物探技术等获取地质灾害体和成灾地质环境背景信息。

**（二）快监测**

“快监测”的目的是了解地质灾害体的动态与发展趋势，判断地质灾害体的稳定状态、地质灾害险情大小、新隐患的位置和危害范围及可能发生时间，为会商定性、处置方案论证和紧急避险提供依据。工作方法采用人工测量和GPS 定位和激光测距仪遥测相结合，人工测量以跨缝贴纸条、钢尺测点为主。

**（三）快定性**

“快定性”的目的是为确定减灾方案和致灾责任提供依据。工作任务是根据调查和监测资料进行全面分析论证，判定提出地质灾害体的成因机制，包括地质灾害险情或灾情的形成是自然演化结果，还是人为引发作用占主导地

位。工作方法是现场观察和会议会商相结合；条件允许时可以开通远程传输异地会商系统，以便听取更多专家的意见，使结论尽可能正确，经得起历史检验。

### （四）快论证

“快论证”的目的是挑选出科学、可行、合理的工程控制或搬迁避让方案。科学是指应急方案针对险情或灾害成因机理，对症下药；可行是指工程技术方法比较成熟，操作流程简便易行，施工安全有保证；合理是指应急资金投入是可以接受的水平。

工程控制方案论证的任务是在调查监测和正确定性基础上，提出具体的工程措施及其部署，包括危险区划定。

搬迁避让方案论证任务是合理计算并划定危险区，落实具体的搬迁工程规模，提出供挑选的多处新场址，提出推荐场址的地质安全、生产生活来源和社会环境及交通条件等论证意见。

地质灾害危险区划定与搬迁避让范围的确认主要取决于地质灾害类型、规模、危害方式及其地质环境条件。崩塌危险区的确定主要根据危岩崩落的距离和危岩带宽度确定；滑坡危险区的确定主要取决于滑体分布范围、滑体运动区和滑体边缘影响地带界定；泥石流危险区范围的界定主要依据历史上堆积扇长度、宽度、最大幅角、平面弯曲形态、自然排导能力和爬高位置以及爆发历史与堆积物的可能存量；岩溶地面塌陷危险区结合地下水动态、历史经验和勘探资料判定；地下采空塌陷危险区则主要考虑采空区分布、埋深、上覆地层岩性组合和地质构造等测算判定。

### （五）快决策

“快决策”的目的是保证报批等管理程序到位和落实应急资金、队伍和技术装备的配备。工作任务是根据应急管理报批程序和调查结论与建议，应急指挥机构及时会商相应层级的政府负责人决策批准地质灾害定性结论、工程控制或搬迁避让方案与资金筹措，并协调相关职能部门及时贯彻执行到位。

### （六）快实施

“快实施”的目的就是保证把握应急处置的最佳时机和紧张有序地实施，争取实现减灾效益的最大化。地质灾害应急处置或搬迁避让工程属救灾性质，不能按常规工程安排工期、任务和投资等。工作任务是按照决策方案立即贯彻执行。工作方法调动应急分队、专业工程单位，必要时动用公安或武警部队执行任务，直至控制住险情或灾情，达到预期应急处置目的。

## 五、编制应急调查报告

汛期每次地质灾害应急调查完成后，应及时提交应急调查报告，对地质

灾害灾情或险情现状、致灾地质环境背景、形成原因、发展趋势等情况进行定性总结，并提出基本结论和今后防灾减灾工作的建议。

## 六、地质灾害防治应急措施

### （一）崩塌滑坡应急防治措施

广东省崩塌、滑坡灾害较为普遍，一旦接到当地群众报灾后，当地政府和基层群众自治组织应及时向上级有关部门报告，并根据实际情况，及时动员受地质灾害威胁的群众转移到安全地带，尽量避免人员伤亡，并采取有效应急措施，防止灾情扩大，最大限度地减少人员伤亡和财产损失。

1. 视险情将人员物资及时撤离危险区

当崩塌、滑坡由加速度变形阶段进入临滑阶段时，灾害发生在所难免，不是人力在短时间内可以控制的。此时，应及时将情况上报当地政府和国土资源主管部门，由当地政府统一组织危险区内群众、财产及时撤离，确保人民群众生命财产安全。

2. 及时制止致灾的动力破坏作用

为争取抢险、救灾时间，延缓崩塌、滑坡发生大规模破坏，应急技术人员应立即分析灾害发生区有关资料，及时制止致灾动力破坏作用，如因采矿而诱发的崩塌，应立即停止采矿活动；如因开挖坡脚而诱发的滑坡，应立即停止开挖活动；如因渠道渗漏而诱发的滑坡，应立即停止对渠道进行放水。

3. 事先有预兆，应尽早制订好撤离计划

崩塌、滑坡在整体崩滑前，往往事先有前兆，在此种情况下，当地政府应尽早疏散、撤离危险区人民群众，以防侥幸麻痹心理导致不必要的人员伤亡。

### （二）泥石流应急防治措施

泥石流灾害发生具有突发性，为减轻灾害损失，必须在泥石流发生前，根据监测、预报的情况，采取一系列有效的应急措施。

1. 常规避灾措施

经验表明，越是长时间未暴发泥石流的泥石流沟，其危险程度越高，危害越大。因此，当处于长期未暴发的泥石流沟威胁区或正在泥石流威胁区时，应高度警惕。通过泥石流预测确定泥石流严重危害区、所处危险或应避让村庄等，需要对区内人类活动进行严格的限制，而且应制订和执行必要的疏散计划，按照轻重缓急的次序将人员及有关重大设施逐步迁移到安全区内，常规避灾计划需由当地政府及有关部门制订和执行，其内容应包括：

（1）被疏散地域范围；

（2）疏散的时间限期；

（3）疏散的行政组织；

（4）疏散地点容量及疏散后人民群众生活、生产的安排落实。

2. 紧急避灾措施

经过泥石流短期预报或警报，某区域即将在数小时或数分钟内发生一定规模的泥石流，则应对被危害区内居民及设施采取紧急疏散避灾或保护措施，人员需强行迁至安全区，其疏散避灾计划内容包括：

（1）被疏散地域范围；

（2）疏散的时间限期；

（3）疏散的交通运输工具及路线安排；

（4）疏散的具体户数及有关财产安排；

（5）对铁路、公路等交通运输有影响时，明确限制停运的区间及时间；

（6）建立统一的应急指挥机构。

一般可建立临时躲避棚，躲避棚的位置要避开沟道凹岸或面积小而又低平的凸岸及陡峻的山坡下。应安置在距村庄较近的低缓山坡或高于10m的阶梯台地上，切忌建在较陡山体的凹坡处，以免出现坡面坍滑；当前3日及当天的降雨累计达到100mm时，处于危险区内的人员应撤离。只有当降雨停止2~3天以后方能返回住地，切忌雨小或刚停时立即返回村庄。当听到沟内有声或主河洪水上涨或正常流水突然断流，应意识到泥石流马上就要到来，应立即采取逃生措施。在逃逸时应注意：不要顺沟方向向上游或下游跑，应向沟岸两侧山坡跑，但不要停留在凹坡处。

3. 抢险救灾措施

在泥石流发生过程中，对遭受泥石流危害的人与物应进行抢护，使危害降至最低程度。其内容包括：

（1）组织抢险专业队伍，紧急加固或抢修各类临时防护工程，使之排除险情；

（2）对受灾人员的紧急救护和安置；

（3）密切监视泥石流的发展动向，严防出现重复灾害等，泥石流发生过后，对灾区立即进行救灾工作，协助灾区人民安排好必要的生活，帮助恢复交通、生产，组织群众开展生产自救，重建家园，并向有关主管部门如实上报灾情，争取必要的物力、财力支持。

**（三）地面塌陷应急防治措施**

1. 视险情发展将人、物及时撤离塌陷危险区。在发现前兆时即应制定撤离路线。

2. 塌陷发生后对临近建筑物的塌陷坑应及时填堵，以免影响建筑物的稳

定。其方法是投入片石，铺上砂卵石，再铺上砂，表面用粘土夯实，经一段时间的下沉压密后用粘土夯实补平。

3. 对建筑物附近的地面裂缝应及时填塞，地面的塌陷坑应拦截地表水防止其注入。

4. 对严重开裂的建筑物应暂时封闭不许使用，待进行危房鉴定后再确定应对措施。

## 第三节 地质灾害灾情评估

### 一、地质灾害成灾过程与灾情构成

灾情是指灾害的情况，由于任何一种自然灾害的形成、发展、表现等都具有多方面的特点，所以一般意义上的灾情是一个广泛而又复杂内容的概念。从地质灾害灾情评估的角度，界定地质灾害灾情的范围和构成，是进行灾情评估研究的基础。要界定地质灾害灾情范围与构成，首先要认识地质灾害的成灾条件与成灾过程，然后根据地质灾害灾情评估需要，确定评估内容。

地质灾害是指在地质作用下，地质自然环境恶化，造成人类生命财产损失或人类赖以生存与发展的资源、环境发生严重破坏的现象或过程。根据这一解释，地质灾害的形成必须具备致灾体和受灾体两方面的条件。前者是由地质自然动力作用引起的灾害活动，后者是人和人类劳动创造的物质财富以及自然界提供给人类直接开发利用的资源和环境。只有这两方面条件同时具备时，才能出现灾害过程，形成灾害后果，即形成灾害。这两方面条件不但决定了灾害是否发生，而且决定了成灾规模的大小。通常情况下，灾害活动或致灾体的规模越大，受灾体密度和价值越高，对灾害的防御能力和可回复性越差，成灾越严重。因此，地质灾害的致灾体与受灾体是成灾的基本条件，是地质灾害灾情基础。它们相互作用过程所造成的破坏损失后果，是地质灾害的集中表现，因此，是灾情的核心内容。

毫无疑问，无论是致灾体，还是受灾体，都不是凭空产生的。从地质灾害的成灾过程看，地质灾害活动实际上是地球（主要是岩石圈和水圈）能量聚积和释放的过程。这个过程都是在一定具有比较广泛而又深刻的背景下出现的。受灾体的种类很多，除一部分属于自然资源外，大部分属人类创造的物质财富。这些物质财富都是在一定社会经济条件下各种劳动的结晶。因此，一定的自然条件和社会经济条件是地质灾害形成的背景因素，它们影响了致灾体的规模和受灾体的易灾程度。所以，对于地质灾害灾情来说，虽然无需对灾害的背景条件进行全面详尽的调查和分析，但对其中成灾后果产生直接

影响的关键要素进行研究是不可缺少的。

同任何现象一样，一个完整的地质灾害事件，在经过一定的孕育阶段和发生过程以后进入灾后阶段，该阶段属于灾害的恢复时期。从自然动力过程看，灾害发生后，能量得以释放，达到暂时平衡，同时新的下一次灾害活动又开始孕育。从受灾体方面看，在灾害活动的同时和停止以后，人类采取各种力所能及的措施进行抗灾、救灾和灾后恢复重建，把灾害的破坏损失减少到最小程度。由于这一阶段的情况，对于灾害的成灾程度会产生一定的影响，所以，尽管不是灾情的核心要素，但也是一项不可缺少的内容。

综上所述，可以把地质灾害的全部过程概括为灾前孕育阶段—灾害活动阶段—灾后恢复阶段。从地质灾害灾情评估需要出发，在地质灾害整个成灾过程中，灾害活动阶段情况是灾情的中心内容，是灾情评估的重点。灾前孕育阶段情况和灾后恢复情况是灾情评估的背景内容和辅助内容（图 3–1）。




图 3–1　地质灾害成灾过程与灾情构成示意图

## 二、地质灾害灾情基本要素

根据地质灾害的成灾过程和灾情构成，把地质灾害灾情基本要素归纳为以下五个方面：

### （一）灾害背景要素或孕灾环境要素

反映地质灾害形成的要素有自然条件和社会经济条件。其中自然条件主要包括评价区地质因素——地层、岩性、地质构造与新构造等因素；地形地貌因素——地貌类型、海拔高程、地形高差或切割深度等因素；气候因素——气候类型、降水量、暴雨程度等因素；水文因素——所属水系、水位流量变化等因素；植被因素——植被类型、覆盖程度等因素。社会经济条件主要包括人口数量、人口密度，城镇及重要企业、工程设施的分布，工农业产值、国民生产总值及社会经济发展水平，防灾工程及减灾能力等。

### （二）致灾体或灾害活动要素

反映地质灾害活动程度，亦称为灾害要素。主要包括：灾害种类、活动

规模、强度、频次、密度、成灾范围、灾害等级等。

**（三）受灾体要素或承灾体要素**

主要包括受灾体类型、数量、价值，对不同灾害的承御能力和灾后的可恢复性等。

**（四）破坏损失要素**

主要包括地质灾害的破坏效应和损失构成，受灾体种类、损毁数量、损毁程度，灾害造成的经济损失、灾害等级、风险等级等。

**（五）防治工程要素**

主要包括地质灾害防治工程措施、防治投入、防治效果与防治效益等。

## 三、地质灾害灾情评估的主要内容

地质灾害灾情评估是对地质灾害灾情进行调查、统计、分析、评价的工作。

从一般意义上说，灾情评估的范围应该包括灾害全部过程和各个方面的情况。但是，不同目的的灾情评估，其侧重点不同，以灾害管理服务为中心的灾情评估，主要内容是灾害破坏损失情况。然而对灾害破坏损失的分析评价，不能孤立地进行，必须在分析灾害背景条件的基础上，深入调查和研究灾害的活动强度以及受灾体破坏损失情况，才能核算灾害经济损失，确定灾害等级或风险等级。

根据地质灾害灾情构成和灾情评估过程，将孕灾的自然条件和灾变程度分析称为危险性评价，其基本任务是分析地质灾害的活动条件，确定灾害活动强度（规模）、频度、密度、危害范围；将孕灾的社会经济条件和受灾体分析称为易损性评价，其基本任务是划分受灾体类型，统计分析受灾体损毁数量、损毁程度、核算受灾体损毁价值；将灾害对人民群众生命财产所造成的损失分析称为破坏损失评价，其基本任务是核算人口伤亡和经济损失程度，评定灾度等级和风险等级；将防灾抗灾工程分析称为防治工程评价，其基本任务是分析地质灾害的可防治性，评价防治工程的经济效益、社会效益和环境效益。这四个方面的内容大致步骤首先开展危险性评价和易损性评价，其次进行破坏损失评价或灾害风险评价，最后是防治工程评价。其中危险性评价和易损性评价是灾情评估的基础，破坏损失评价或灾害风险评价是灾情评估的核心，防治工程评价是灾情评估的应用。这四方面的内容围绕地质灾害灾情构成，逐层递进、相互联系、构成多层次的地质灾害灾情评估系统（图3–2）。

## 四、地质灾害灾情评估类型

地质灾害灾情评估有多种类型。根据地质灾害灾情评估时间，分为灾前

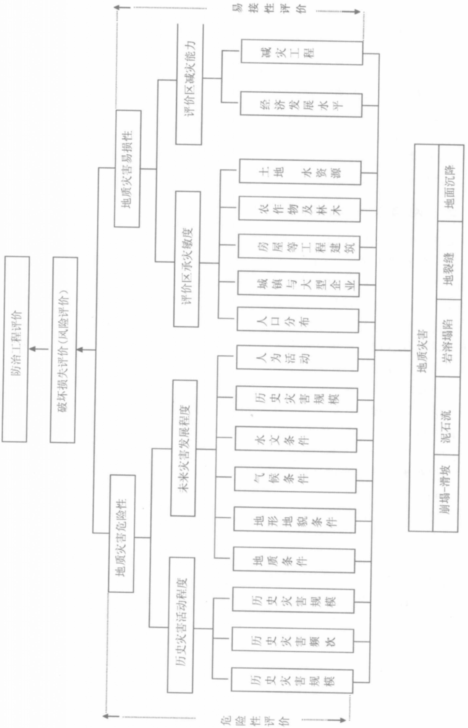



图 3-2 地质灾害灾情评估内容与评估系统结构示意图

预评估、灾中跟踪评估、灾后总结评估。其评估目标虽然基本相同，但评估的特点和方法不完全一致。

灾前预评估是对一个地区或一个潜在地质灾害事件的危险程度和可能造成破坏损失程度的预测性评价。它的目的除了为减灾决策和防治工程提供依据外，还可以对地区经济发展规划、城市建设规划以及土地资源合理开发利用等提供参考依据。由于地质灾害，特别是崩塌、滑坡、泥石流等突发性地质灾害是具有很大不确定性的随机事件。所以，一般采用风险分析方法核算灾害的期望损失，据此评价灾害的风险水平。其具体方法和过程是：在分析地质灾害历史活动程度和形成条件的基础上，通过危险性评价，确定地质灾害事件的发生概率成灾范围；通过易损性评价，核算危害区内各种受灾体的数量和可能损毁程度；通过破坏损失评价，核算灾害的期望损失，划分风险等级；通过防治工程评价，分析灾害的可防治性和可能效益，提出防治灾害的最优方案。

灾中跟踪评估和灾后总结评估都是在灾害发生以后，对已经出现的灾情进行调查、统计、分析，其主要目的是为了及时、有效地进行救灾、抗灾提供依据。灾中跟踪评估是对那些规模巨大、破坏严重、成灾活动有一定时间过程的地质灾害进行适时评估。其基本要求是，在灾害发生后的一定时限内，迅速对灾情作出首次评估。随着灾害的发展，每隔一段时间，及时将最新灾情作出适时评估，直至最后灾害过程结束后再作总结评估。

灾后总结评估是指在灾害过程结束以后，对灾害情况进行全面评估。灾中跟踪评估和灾后总结评估的基本方法是调查、统计。对于灾害规模较小，成灾范围有限的地质灾害，一般通过全面调查，获得灾情要素；对于成灾范围较大，受灾体数量很多的地质灾害，可以采用抽样调查统计方法实现灾情评估。

根据地质灾害灾情评估范围或面积，将地质灾害灾情评估分为点评估、面评估和区域评估。

点评估是指对一个地质灾害体或一个具有相同活动条件和特征相对独立的灾害群灾情进行的评估。如一个滑坡或滑坡群、一条泥石流沟或同地区紧邻发育的泥石流群等。点评估范围一般不超过几十平方公里，其行政区范围一般不超过几个乡（镇）或一个县（市）。面评估是对一个具有相对统一特征的自然区域或社会经济区域（如一个小流域或一个城市）进行的地质灾害灾情评估。评价区面积一般从几十平方公里到几千平方公里，其行政范围一般为一个县（市）或几个县（市）。由于进行面评估的地区都是地质灾害危害比较严重的地区，所以，地质灾害一般有几十处或几百处，而且常常不是一种地质灾害，而是几种地质灾害的综合评估。区域评估是指跨流域、跨地区大

面积的地质灾害灾情评估。其评估范围为一个省或几个省乃至全国区域，面积达几万到几百万平方公里。区域评估灾害点成千上万，常常难以准确计数，涉及的灾种几乎包括所有类型的地质灾害。

不同范围地质灾害灾情评估的目的、基础、途径和方法不尽一致。点评估的对象是具体单一的灾害体或灾害事件，通过评估能比较准确地量化它的损失水平和风险程度，为具体的防治工程提供依据。点评估是在对灾害活动条件和受灾体易损性进行深入研究的基础上进行的，其基本手段除了专门性调查统计外，还需要进行必要的测试和实验。它所使用的各种指标以及得出的不同层次的评价结果，基本上达到绝对的量化程度。面评估的目标是认识一个有限地区地质灾害的破坏损失程度或风险水平，其意义除了指导灾害防治工程外，还将为地区规划和资源开发提供依据。面评估的基本内容与点评估基本一致，仍然是危险性评价、易损性评价、破坏损失评价和防治工程评价，但其所采取的调查方法一般限于全面调查统计，辅以必要的重点深入调查，所使用的指标和各层次的评价结果虽然达到绝对量化程度，但精度要低于点评估。区域评估的目标是对大面积区域性地质灾害的破坏损失或风险程度进行评价，其意义是为宏观减灾决策和区域经济规划提供依据。区域评估仍以“四评价”为中心内容，采取的基本方法是区域性调查和相应的统计分析，所使用的指标和各层次的评价结果一般达到相对的量化程度，所取得的评价结果主要体现在风险区划上。

综合上述，将点评估、面评估和区域评估的基本特点总结于表 3–5。

**表 3–5　地质灾害灾情评估范围分类及其特征表**

| 评估类型 | 点评估 | 面评估 | 区域评估 |
| --- | --- | --- | --- |
| 评价对象 | 灾害体或灾害群灾情 | 地区地质灾害综合灾情 | 区域地质灾害总体灾情 |
| 评价面积 | 一般不超过几十平方公里 | 几十至几千平方公里 | 几千至几百万平方公里 |
| 评价范围 | 一般不超过一个县 | 一个县至几个县 | 几个县至全国 |
| 评价意义 | 为抗灾、救灾和实施防治工程提供依据 | 为布置防治工程和地区规划提供依据 | 为宏观减灾决策和制定区域规划提供依据 |
| 评价手段 | 专门调查统计和必要的观测、试验 | 专门调查统计 | 区域调查统计 |
| 评价精度 | 绝对量化 | 以绝对量化为主 | 相对量化 |

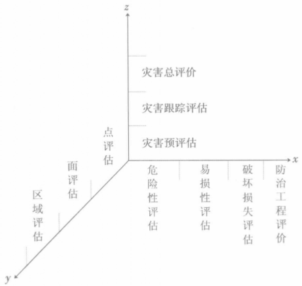



**图 3–3 地质灾害灾情评估体系示意图**

根据这一评估体系（图 3–3），进一步探讨地质灾害灾情评估的理论基础，并结合典型实例，以“四评价”为基本内容，进行崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害的点评估、面评估以及综合地质灾害的区域评估。鉴于灾中跟踪评估和灾后总结评估，基本上是属于灾情统计范畴，可以应用一般统计原理和方法进行分析评价。

## 五、地质灾害灾情评估的实施过程

### （一）灾情评估的实施过程

不同精度的地质灾害灾情评估适用于不同阶段的地质灾害勘查。区域评估一般适用于区域性地质勘查或地区灾害勘查；面评估一般适用于地区性地质灾害勘查；点评估一般适应于专门性地质灾害勘查或防治性地质灾害勘查。

无论是哪种精度的地质灾害灾情评估，也无论是独立进行的灾情评估还是与地质灾害勘查一同进行的灾情评估，该项内容都是一项相对独立、相对完整的勘查研究工作。因此，基本上都应遵循一般独立项目的步骤进行实施，即首先进行立项论证，编制设计或实施计划；设计应阐明立项的科学依据、工作内容、技术路线、工作方法、预期成果、组织分工、时间安排、经费计划等；经专家评审和主管部门批准后，才能正式开展工作；工作中应进行全面调查统计，取得需要的各种资料信息，并完成各项评估内容，在此基础上编制图件、报告，最后进行评审验收。

### （二）地质灾害灾情评估的基础信息图表体系

地质灾害灾情评估需要大量的基础信息。与一般地质灾害勘查相比，这些信息不仅涉及多方面自然要素和经济要素，而且大部分要素需要达到能够准确量化的程度。因此，在地质灾害灾情评估中，为了更清晰地表达和使用这些信息，除了必要的文字描述分析外，通常用不同形式的图表反映灾情评估的依据和结果，多种不同用途、不同内容的图表组合在一起形成灾情的图表体系。

根据地质灾害灾情评估需要，灾情评估图表体系主要由下列三种图表组成（表 3–6、表 3–7、表 3–8）：

**表 3–6　地质灾害历史灾情及危险性评价图表**

<table>
<tr><td colspan="2">计算机编码</td><td></td><td colspan="2">评估灾种</td><td></td><td colspan="2">评估项目名称</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">顺序号</td><td></td><td colspan="2">评估类型</td><td></td><td colspan="2">评估区位置</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="7">历史灾情</td><td>统计时间</td><td></td><td rowspan="7">灾害活动条件</td><td>地质条件</td><td></td><td rowspan="7">危险性评价</td><td>历史危险性指数</td><td></td></tr>
<tr><td>活动频次</td><td></td><td>地貌条件</td><td></td><td>潜在危险性指数</td><td></td></tr>
<tr><td>活动规模</td><td></td><td>气候条件</td><td></td><td>综合危险性指数</td><td></td></tr>
<tr><td>危害范围</td><td></td><td>水文条件</td><td></td><td>危害性区划</td><td></td></tr>
<tr><td>主要危害对象</td><td></td><td>植被条件</td><td></td><td>灾害活动概率</td><td></td></tr>
<tr><td>经济损失</td><td></td><td>人为活动</td><td></td><td>灾害活动规模</td><td></td></tr>
<tr><td>损失强度</td><td></td><td>其他条件</td><td></td><td>灾害危害范围</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9">地质灾害危险性分布图</td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
</table>

## 表 3-7 地质灾害受灾体分布及易损性评价图表

| 计算机编码 | | | 评估灾种 | | | 评估项目名称 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 顺序号 | | | 评估类型 | | | 评估区位置 | |
| 受灾体类型 | 数量及价值 | | | | 受灾体承灾能力及损毁程度 | | |
| | 数量 | 平均密度 | 平均单位价值 | 价值 | 损毁程度 | 损毁数量 | 价值损失 |
| 房屋 | | | | | | | |
| 铁路 | | | | | | | |
| 公路 | | | | | | | |
| 航道 | | | | | | | |
| 桥梁 | | | | | | | |
| 生命线工程 | | | | | | | |
| 水利工程 | | | | | | | |
| 构筑物 | | | | | | | |
| 设备材料 | | | | | | | |
| 室内财产 | | | | | | | |
| 农作物 | | | | | | | |
| 林木 | | | | | | | |
| 土地 | | | | | | | |
| 地下水 | | | | | | | |
| 其他 | | | | | | | |
| 合计 | | | | | | | |
| 地质灾害易损性分布图 | | | | | | | |

**表 3-8　地质灾害破坏损失评价与防治工程评价图表**

<table>
<tr><td colspan="2">计算机编码</td><td></td><td colspan="2">评估灾种</td><td></td><td>评估项目名称</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">顺序号</td><td></td><td colspan="2">评估类型</td><td></td><td>评估区位置</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">破坏损失评价</td><td colspan="5">防治工程评价</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价规模</td><td></td><td rowspan="6">已建设防治工程</td><td>类型</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="5">评价参数</td><td></td><td></td><td>数量</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>效能</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>投资</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>直接经济效益</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>投保比</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">期望损失</td><td></td><td rowspan="9">规划防治工程</td><td>类型</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">期望损失模数</td><td></td><td>数量</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">相对损失率</td><td></td><td>目标效能</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="6">损失分布</td><td>严重损失</td><td></td><td>投资</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">中等损失</td><td rowspan="2"></td><td>直接经济效益</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>投保比</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>轻微损失</td><td></td><td>技术分析</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">无损失</td><td rowspan="2"></td><td>可操作分析</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>可行性综合评价</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="8">地质灾害破坏损失与防治工程评价图</td></tr>
<tr><td colspan="8"></td></tr>
</table>

第一，地质灾害历史灾情与危险性评价图表，主要反映历史灾害频次、规模、破坏损失程度、灾害形成条件和危险性评价结果。

第二，地质灾害受灾体分布及易损性评价图表，主要反映受灾体类型、数量、价值和易损性评价结果。

第三，地质灾害破坏损失评价与防治工程评价图表，主要反映破坏损失评价规模和防治工程技术、经济可行性与效能等。不同地区地质灾害灾情评估的具体内容千差万别。所以，在实际工作中可参考本书的图表，根据具体情况确定图表数量、删补图表内容，力求最准确地表达地质灾害灾情评估的依据和结果。

在大面积的区域性地质灾害灾情评估中，难以获得图表中的评价要素时，可用风险指数代替损失，防治区划替代防治工程。评价要素和评价图可主要反映灾害风险分布情况和重点防治区。

## 第四节　地质灾害危险性评估

依据国务院《地质灾害防治条例》第二十一条的规定，“在地质灾害易发区内进行工程建设应当在可行性研究阶段进行地质灾害危险性评估，并将评估结果作为可行性研究报告的组成部分；可行性研究报告未包含地质灾害危险性评估结果的，不得批准其可行性研究报告。

编制地质灾害易发区内的城市总体规划、村庄和集镇规划时，应当对规划区进行地质灾害危险性评估。”

地质灾害评估工作按照国土资源部下发的《地质灾害危险性评估技术要求（试行）》（以下简称《技术要求》）、广东省国土资源厅印发的《广东省地质灾害危险性评估实施细则》(试行)(以下简称《实施细则》）中规定的地质灾害危险性评估的原则，不同阶段地质灾害危险性评估的内容、要求、方法和程序等进行。

### 一、评估范围

《实施细则》规定，地质灾害危险性评估范围，不能局限于建设用地和规划用地面积内，应视建设和规划项目的特点、地质环境条件和地质灾害种类予以确定。若危险性仅限于用地面积内，则按用地范围进行评估。崩塌、滑坡的评估范围应以第一斜坡带为限；泥石流则必须以完整的沟道流域面积为评估范围；地面塌陷和地面沉降的评估范围应与初步推测的可能影响范围一致；地裂缝应与初步推测可能延展、影响范围一致。

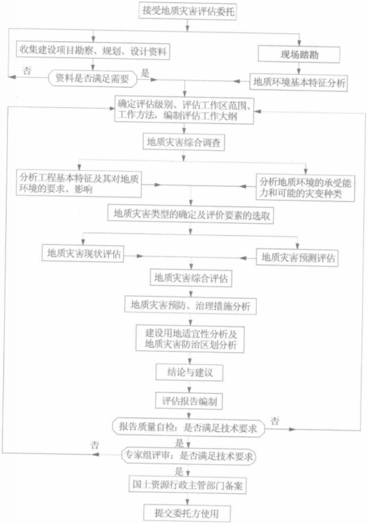
建设工程和规划区位于强震区，工程场地内分布有可能产生明显位错或

构造性地裂的全新活动断裂或发震断裂，评估范围应尽可能把邻近地区活动断裂的一些特殊构造部位（不同方向的活动断裂的交汇部位、活动断裂的拐弯段、强烈活动部位、端点及断面不平滑处等）包括其中。重要的线路工程建设项目，评估范围一般应以相对线路两侧扩展500~1 000m为限。

《实施细则》规定，在已进行地质灾害危险性评估的城市规划区范围内进行工程建设，建设工程处于已划定为危险性大—中等的区段，还应按建设工程项目的重要性与工程特点进行建设工程地质灾害危险性评估。区域性工程项目的评估范围，应根据区域地质环境条件及工程类型确定。

## 二、评估程序

地质灾害危险性评估工作程序：



## 三、评估级别的确定

根据地质环境条件复杂程度与建设项目重要性，《实施细则》将地质灾害危险性评估划分为三级，分级进行地质灾害危险性评估，要求在充分分析收集已有资料基础上，编制评估工作大纲，明确任务，确定评估范围与级别，设计地质灾害调查内容及重点，明确工作部署与工作量，提出质量监控措施和成果等。地质灾害危险性评估的具体分级和分类，见表3-9、表3-10、表3-11。

表3-9 地质灾害危险性评估分级表

| 项目重要性 \ 评估分级 \ 复杂程度 | 复 杂 | 中 等 | 简 单 |
|---|---|---|---|
| 重要建设项目 | 一 级 | 一 级 | 一 级 |
| 较重要建设项目 | 一 级 | 二 级 | 二 级 |
| 一般建设项目 | 二 级 | 三 级 | 三 级 |

表3-10 地质环境条件复杂程度分类表

| 判定因素 \ 复杂程度 | 复 杂 | 中 等 | 简 单 |
|---|---|---|---|
| 地质灾害发育程度 | 地质灾害发育强烈 | 地质灾害发育中等 | 地质灾害一般不发育 |
| 地形地貌 | 主要工程项目跨越两种或两种以上地貌单元，或地形坡度大于30° | 评估区跨越两种或两种以上地貌单元，地形坡度10°~30° | 单一地貌单元，且地形坡度小于10° |
| 断裂构造 | 有2组及2组张性断裂；或有4组以上裂隙，间距小于0.4m，倾角变化大 | 偶见断裂，对稳定性和工程无重大影响；有3至4组裂隙，间距0.3~1.0m，倾角变化较大 | 无断裂；且小于3组裂隙，倾角变化小，稳定性较好 |
| 地震环境 | 破坏性地震多发区 | 低地震级地震多发区 | 一般小震或无地震 |

续表

| 判定因素＼复杂程度 | 复杂 | 中等 | 简单 |
|---|---|---|---|
| 人类工程活动破坏地质环境程度 | 强烈：填土边坡或土质挖方边坡大于20m；岩质挖方边坡大于30；潜埋洞室，洞跨大于15m；水平—缓倾斜（0至60°）矿体地下采空区 | 中等：填土边坡或土质挖方边坡5至20m；岩质挖方边坡10至30m；潜埋洞室，洞跨小于15m；陡倾斜（大于60°）矿体地下采空区 | 弱：填土边坡或土质挖方边坡小于5m；岩质挖方边坡小于10m；无潜埋洞室和地下采空区 |
| 岩层产状 | 大于45° | 10°至45° | 小于10° |
| 岩体结构 | 碎裂及散体结构构造 | 层状—块状构造 | 整体构造 |
| 岩土体工程地质特征 | 岩土分层多；岩土层厚度变化大，力学性质离散性大；岩土水理性能差，容易出现崩解、渗流破坏、淘蚀或软化 | 岩土分层较多；工程岩土层厚度较大，力学性质离散性较大；岩土水理性能较差，可能出现崩解和渗流破坏，一般无淘蚀、软化 | 岩土分层少，厚度稳定，力学性质离散性小；岩土水理性能良好，不会出现崩解、渗流破坏、淘蚀或软化 |
| 水文地质条件 | 水文地质条件复杂；地下水对场地稳定性、工程施工有重大影响 | 水文地质条件中等；地下水对场地稳定性影响小，对工程施工有较大影响 | 水文地质条件简单；地下水对场地稳定性和工程施工无明显影响 |

## 表 3–11　建设项目重要性分类表

| 项目类别 | | 划分指标（单位） | 重要建设项目 | 较重要建设项目 | 一般建设项目 |
|---|---|---|---|---|---|
| 面积性 | 城镇和开发区 | 占地面积（km$^2$） | ≥2.0 | ≥0.5~<2.0 | <0.5 |
| | 住宅小区 | 用地面积（km$^2$） | ≥0.5 | 0.1~<0.5 | <0.1 |
| 民用及公用建筑 | 民用建筑 | 层数 | ≥30 | ≥15~<30 | ≤15 |
| | 商场 | 建筑面积（m$^2$） | ≥10 000 | ≥3 000~<10 000 | <3 000 |
| | 体育场、馆 | 座位 | ≥10 000 | ≥3 000~<10 000 | <3 000 |
| | 宾馆 | 床位 | ≥800 | ≥300~<800 | <300 |
| | 会场、影剧院 | 座位 | ≥3 000 | ≥1 000~<3 000 | <1 000 |
| | 娱乐场所 | 人数 | ≥3 000 | ≥1 000~<3 000 | <1 000 |
| | 独立展览馆、图书馆、档案馆、博物馆 | | 省级、广州市及以上 | 地级市 | 县级及以下 |
| | 高耸构筑物 | 高度（m） | ≥200 | 50~200 | <50 |
| | 液化石油气、煤气储备厂 | 容积（m$^3$） | 单罐≥1 000m$^3$；或罐区总储量≥5 000m$^3$ | 单罐<1 000m$^3$；或罐区总储量<5 000m$^3$ | —— |
| 交通 | 公路 | 设计等级 | 新修二级以上 | 改造二级和三级 | 四级 |
| | 桥涵工程 | 桥梁等级 | 独立大桥：总长度≥500m；或单跨≥100m | 大桥：长度 100m ~ 500m；或单跨 40~100m | 中桥及其以下桥梁：长度<100m |
| | 隧道工程 | 长度（m） | ≥3 000 | ≥250~<3 000 | <250 |
| | 机场 | 一级 | | —— | —— |
| | 铁路 | 一级 | | —— | —— |
| | 港口码头区 | 年吞吐量（万 t） | ≥200 | ≥10~<200 | <10 |
| | 内河港口 | 吨级（t） | ≥1 000 | ≥300~<1 000 | <300 |
| | 地铁 | 一级 | | —— | —— |

续表

| 项目类别 | | | 划分指标（单位） | 重要建设项目 | 较重要建设项目 | 一般建设项目 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 能源 | 火力发电厂 | | 单机容量（MW） | ≥300 | ≥30~<300 | <30 |
| | 水电站 | | 单机容量（MW） | ≥200 | ≥20~<200 | <20 |
| | 核电站 | | 一级 | | —— | —— |
| | 变电站 | | 线路电压（KV） | ≥750 | ≥110~<750 | <110 |
| | 输电线路 | | 线路长度（km） | ≥500 | ≥100~<500 | <100 |
| 供水 | 集中供水水源地 | | 日供水量（m³） | ≥100 000 | ≥10 000~<100 000 | <10 000 |
| | 地表水体取水口，自来水厂 | | 日供水量（m³） | ≥100 000 | ≥30 000~<100 000 | <30 000 |
| 环保 | 污水处理厂 | | 日处理量（m³） | ≥120 000 | ≥50 000~<120 000 | <50 000 |
| | 生活垃圾处理场 | | 日处理能力（t） | ≥1 500 | ≥500~<1 500 | <500 |
| | 危险品处理 | | | 全属此类 | | |
| 教育卫生 | 高等学校 | | 在校人数（人） | ≥5 000 | ≥3 000~<5 000 | <3000 |
| | 中小学 | 非住宿 | 在校学生（人） | ≥2 000 | ≥1 000~<2 000 | <1000 |
| | | 住宿 | 在校学生（人） | ≥1 500 | ≥700~<1 500 | <700 |
| | 医院、疗养院 | | 床位（张） | ≥800 | ≥300~<800 | <300 |
| 工厂矿山 | 无污染、无强烈震动工厂 | | 按相应行业标准 | 大型 | 中型 | 小型 |
| | 污染型工厂（含废水、废渣、放射性污染） | | 按相应行业标准 | 具有水污染可能性的大、中型工厂；具有土壤污染可能的大型工厂 | 具有水污染可能的小型工厂；具有土壤的中型工厂 | 具有土壤污染可能的小型工厂 |
| | 矿　山 | | 边界影响范围（km²） | ≥1.0 | ≥0.5~<1.0 | <0.5 |
| | 矿山选矿厂 | | 日处理量（t/d） | ≥500 | ≥250~<500 | <250 |
| | 尾矿坝 | | 库容（10⁶m³） | ≥1.0 | ≥0.1~<1.0 | <0.1 |

续表

| 项目类别 | | | 划分指标（单位） | 重要建设项目 | 较重要建设项目 | 一般建设项目 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 水泥石灰岩矿山 | 露天 | 储量（万 t） | ≥3 000 | ≥1 000~<3 000 | <1 000 |
| | 水泥石灰岩矿山 | 地下 | 储量（万 t） | ≥1 000 | ≥100~<1 000 | <100 |
| 土石方挡土 | 地下洞室 | | 长度（m） | ≥150 | <150 | —— |
| 土石方挡土 | 岩体挖方挡墙 | | 长度（m） | ≥30 | ≥20~<30 | <20 |
| 土石方挡土 | 挡土墙、路堤、土体挖方挡墙 | | 高度（m） | ≥20 | ≥10~<20 | <10 |
| 土石方挡土 | 土石方工程 | | 土石方量及挖填深度 | ≥50 000$m^3$；或挖填深度≥10m | ≥30 000~<50 000$m^3$；或挖填深度≥6~<10m | <30 000 $m^3$；或挖填深度<6m |
| 水利水运 | 沿海港口 | 集装箱、件杂、多用途码头 | 吨级（t） | ≥20 000 | ≥10 000~<20 000 | <10 000 |
| 水利水运 | 沿海港口 | 散货、原油 | 吨级（t） | ≥30 000 | ≥10 000~<30 000 | <10 000 |
| 水利水运 | 通航建筑与渠化整治工程 | | 吨级（t） | ≥1 000 | ≥300~<1 000 | <300 |
| 水利水运 | 船坞、船厂 | | 船舶吨级（t） | ≥10 000 | ≥3 000~<10 000 | <3 000 |
| 水利水运 | 护岸、防波堤、导流堤等水工建筑 | | 最大水深 | ≥8 | ≥4~<8 | <4 |
| 水利水运 | 水　库 | | 库容（$10^8m^3$） | ≥1.0 | ≥0.1~<1.0 | <0.1 |
| 其他 | 放射性设施 | | | 全属此类 | —— | —— |
| 其他 | 广播电视中心 | | | 全属此类 | —— | —— |
| 其他 | 广播电视发射塔 | | 高度（m） | ≥100 | ≥50~<100 | <50 |
| 其他 | 电　讯 | | 含设备预算总投资（万元） | ≥5 000 | ≥2 000~<5 000 | <2 000 |

《实施细则》分别对三个级别的地质灾害危险性评估作出具体规定。

一级评估应有充足的基础资料和半定量评价指标，进行充分论证。必须对评估区内分布的各类地质灾害体的危险性和危害程度逐一进行现状评估。对建设场地和规划区范围内，工程建设可能诱发或加剧的和本身可能遭受的各类地质灾害可能性和危害程度分别进行预测评估。依据现状评估和预测评估结果，综合评估建设场地和规划区地质灾害危险性程度，分区段划分出危险性等级，说明各区段主要地质灾害种类和危害程度，对建设场地适宜性作出评估，并提出有效防治地质灾害的措施与建议。

二级评估应有足够的基础资料和定性或半定量评价指标，进行综合分析。必须对评估区内分布的各类地质灾害危险性和危害程度逐一进行初步现状评估。对建设场地范围和规划区内，工程建设可能诱发或加剧的和本身可能遭受的各类地质灾害可能性和危害程度分别进行初步预测评估。在上述评估的基础上，综合评估其建设场地和规划区地质灾害危险性程度，分区段划分出危险性等级，说明各区段主要地质灾害种类和危害程度，对建设场地适宜性作出评估，并提出可行的防治地质灾害的措施与建议。

三级评估应有必要的基础资料进行分析，进行定性评价，参照一级评估要求的内容，作出概略评估。

## 四、地质灾害调查重点

《实施细则》明确指出，地质灾害调查的重点应是评估区内不同类型灾种的易发区段。具体要求是：在相同地质环境条件下，存在崩塌、滑坡适宜的斜坡坡度、坡高、坡型，岩体破碎、土体松散、构造发育地段，工程设计挖方切坡路堑工段，将是崩塌、滑坡的易发区段，应为调查的重点。经初步分析判断，凡符合泥石流形成的基本条件的冲沟，也作为调查的重点。依据区域岩溶发育程度，松散盖层厚度，地下水动力条件及动力因素的初步分析判断，圈定可能诱发地面塌陷的范围，应作为调查的重点。在现有资料的基础上，圈出各类特殊性岩土分布范围，可作为调查的重点。对线状及区域性的工程项目，必须将地质灾害的易发区段和危险区段及危害严重的地质灾害点作为调查的重点。

《实施细则》还分别对崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降、潜在不稳定斜坡等不同的地质灾害，列出了详细而具体的调查内容与要求。

## 五、地质环境条件分析

一切致灾地质作用都受地质环境因素综合作用的控制，《技术要求》明确

指出，地质环境条件分析是开展地质灾害危险性评估的基础，并作出如下规定。

（一）要对以下主要地质环境因素的特征与变化规律进行分析。岩土体物性：岩土体类型、组分、结构、工程地质特征；地质构造：构造形态、分布、特征、组合形式和地壳稳定性；地形地貌：地貌形态、分布及地形特征；地下水特征：地下水类型、含水岩（组）分布、补径排条件、动态变化规律和水质水量；地表水活动：径流规律、河床沟谷形态、纵坡、径流速与流量等；地表植被：种类、覆盖率、退化状况等；气象：气温变化特征、降水时空分布规律与特征、蒸发与风暴等；人类工程：经济活动形式与规模。

（二）通过分析各地质环境因素对评估区主要致灾地质作用形成、发育所起的作用和性质，从而划分出主导地质环境因素、从属地质环境因素和激发因素，为预测评估提供依据。分析各地质环境因素各自和相互作用的特点以及主导因素的作用，以各种致灾地质作用分布实际资料为依据，划出各种致灾地质作用的易发区段，为正确评估重点区段提供依据。

（三）综合地质环境条件各因素的复杂程度，对评估区地质环境条件的复杂程度作出总体和分区段划分。

《实施细则》特别强调，在预测评估过程中，应首先分析某些地质环境因素可能发生的变化而出现不稳定状态，评价地质灾害发展趋势。

对于有关区域地壳稳定性、高坝和高层建筑地基稳定性、隧道开挖过程的工程地质问题和地下开挖过程中各种灾害（岩爆、突水、瓦斯突出等）问题，《技术要求》未将其作为地质灾害危险性评估的内容，规定可以放在地质环境条件中进行论述。

## 六、地质灾害危险性评估的主要内容

地质灾害危险性评估是在查明各种致灾地质作用的性质、规模和承灾对象的社会经济属性（承灾对象的价值、可移动性等）的基础上，从致灾体稳定性和致灾对象遭遇的概率分析入手，对其潜在的危险性进行客观评估。《技术要求》将地质灾害危险性分为三个等级：危险性大——地质灾害发育程度属于强发育，危害大；危险性中等——地质灾害发育程度属于中等发育，危害中等；危险性小——地质灾害发育程度属于弱发育，危害小。

地质灾害危险性评估包括以下三部分内容。

### （一）地质灾害危险性现状评估

基本查明评估区已发生的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷（含岩溶塌陷和矿山采空塌陷）、地裂缝和地面沉降等灾害形成的地质环境条件、分布、类型、规模、变形活动特征，主要诱发因素与形成机制，对其稳定性进行初步

评价。在此基础上对其危险性和对工程危害的范围与程度作出现状评估。

### （二）地质灾害危险性预测评估

对工程建设场地及可能危及工程建设安全的邻近地区可能诱发或加剧的和工程本身可能遭受的地质灾害的危险性作出评估。预测评估必须在对地质环境因素系统分析的基础上，判断降水或人类活动因素等激发下，某一个或一个以上地质环境因素的变化，导致致灾体处于不稳定状态，预测评估地质灾害的范围、危险性和危害程度。

地质灾害危险性预测评估内容包括：对工程建设中、建成后可能诱发或加剧崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝和不稳定的高陡边坡变形等的可能性、危险性和危害程度作出预测评估；对建设工程自身可能遭受已存在的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等危害隐患和潜在不稳定斜坡变形的可能性、危险性和危害程度作出预测评估；对各种地质灾害危险性预测评估可采用工程地质比拟法、成因历史分析法、层次分析法、数字统计法等定性、半定量的评估方法进行。

### （三）地质灾害危险性综合评估

依据地质灾害危险性现状评估和预测评估结果，按照“区内相似，区际相异”的原则，对评估区进行危险性等级分区（表 3–12）。

**表 3–12　地质灾害危险性等级分区表**

<table>
<tr><th rowspan="3">评价因素<br>危险性分级</th><th rowspan="3">地质环境条件复杂程度</th><th rowspan="3">地质灾害危险性程度</th><th rowspan="3">灾害点密度</th><th rowspan="3">灾害点规模</th><th colspan="3">地质灾害危害程度</th></tr>
<tr><th colspan="2">受威胁对象</th><th rowspan="2">潜在经济损失</th></tr>
<tr><th>工程或建筑物</th><th>人数</th></tr>
<tr><td>危险性大区</td><td>复杂–中等</td><td>大</td><td>大–中等</td><td>大–中等</td><td>城镇或主体建筑</td><td>30 人以上</td><td>1 000 万元以上</td></tr>
<tr><td>危险性中等区</td><td>中等–简单</td><td>中等–小</td><td>大–中等</td><td>大–中等</td><td>集中居民区或附属建筑物</td><td>3~30 人</td><td>100 万元~1 000 万元</td></tr>
<tr><td>危险性小区</td><td>简单</td><td>小</td><td>小</td><td>小</td><td>分散居民区或无其它建筑物</td><td>3 人以下</td><td>100 万元以下</td></tr>
</table>

根据地质灾害危险性、防治难度及防治效益，对建设场地的适宜性做出评估（表 3–13），提出防治地质灾害的对策、措施和建议。

表 3–13　建设用地适宜性分级表

| 级　别 | 分　级　说　明 |
|---|---|
| 适　宜 | 地质灾害不发育，地质环境复杂程度简单；工程建设遭受地质灾害危害的可能性小，诱发、加剧地质灾害的可能性小，危险性小；易于处理 |
| 基本适宜 | 不良地质现象较发育；地质构造、地层岩性变化较大，地质环境条件复杂程度中等；工程建设遭受地质灾害危害的可能性中等，诱发、加剧地质灾害的可能性中等，危险性中等；但可采取措施予以处理 |
| 适宜性差 | 地质灾害发育强烈；地质构造复杂，软弱结构面发育，地质环境条件复杂；工程建设遭受地质灾害的可能性大，引发、加剧地质灾害的可能性大，危险性大；防治难度大 |

## 七、地质灾害危险性评估提交的成果

《技术要求》规定，地质灾害危险性一、二级评估，提交地质灾害危险性评估报告书；三级评估，提交地质灾害危险性评估说明书。

地质灾害危险性评估成果包括：地质灾害危险性评估报告书或说明书，并附评估区地质灾害分布图、地质灾害危险性综合分区评估图和有关照片、地质地貌剖面图等。

### （一）地质灾害危险性评估报告书提纲

前言

第一章　评估工作概述

第二章　地质环境条件

第三章　地质灾害危险性现状评估

第四章　地质灾害危险性预测评估

第五章　地质灾害危险性综合分区评估及防治措施

结论与建议

### （二）成果图件的主要内容

（1）评估区地质灾害分布图。主要包括平面图，镶图与剖面图，大型、典型地质灾害说明表。

（2）地质灾害危险性综合分区评估图。主要包括平面图、综合分区（段）说明表。

（3）应附大型、典型地质灾害点的照片和潜在不稳定斜坡、边坡的工程地质剖面图等。

# 第四章

# 地质灾害预报预警与监测

## 第一节 地质灾害预报预警

### 一、地质灾害预报预警的目的和依据

为了有效减轻和避免以气象因素为主诱发的地质灾害造成的损失，维护人民群众生命和财产安全，促进广东省社会经济可持续发展，通过开展地质灾害气象预报预警工作，目的是进一步推动全省各级地方政府对地质灾害防治工作的科学组织领导，增强全省公民的防灾减灾意识，提高地质灾害群测群防的自觉性、针对性和时效性，全面提升地质环境与气象因素耦合作用机制的科学技术研究水平，使我省地质灾害防治工作从过去分散的、被动应急的状况转变为有组织的、专门的、有预见性的工作，最大限度地减轻地质灾害对人民群众生命财产的危害，实现地质灾害预报预警的科学化和信息服务的社会化。其主要依据如下：

**（一）法律法规**

1.《广东省地质环境管理条例》第十条规定："实行地质灾害预报制度，地质灾害预报由当地县级以上国土资源行政主管部门提出，报本级人民政府发布。"

2.《地质灾害防治条例》（国务院令第394号）第十七条规定："国家实行地质害预报制度。预报内容主要包括地质灾害可能发生的时间、地点、成灾范围和影响程度等。地质灾害预报由县级以上人民政府国土资源主管部门会同气象主管机构发布。任何单位和个人不得擅自向社会发布地质灾害预报。"

### （二）有关文件

1. 国土资源部、中国气象局《关于联合开展汛期地质灾害气象预报预警工作的通知》（国土资发［2003］229号）。

2. 国土资源部办公厅《关于做好地质灾害预报预警信息反馈工作的通知》（国土资厅发［2003］80号）。

3. 广东省国土资源厅《转发国土资源部中国气象局关于联合开展汛期地质灾害气象预报预警工作的通知》（粤国土资［2003］169号）。

4. 广东省国土资源厅《关于联合开展广东省汛期地质灾害气象预报预警工作的通知》（粤国土资发［2004］179号）。

## 二、地质灾害预报预警的总体思路

### （一）技术路线

根据斜坡岩土体的含水量必须达到某一界限值才可能在一次降雨过程中产生地质灾害的基本规律，基于地质环境要素和气象因素提出如下总体思路：一是根据致灾地质环境背景条件差异和地质灾害发育现状，把全省划分为若干预警区域；二是对每个预警区域的历史边坡失稳事件和降雨过程的相关性进行统计分析，分别建立每个预警区的地质灾害事件与临界过程降雨量的统计关系图，确定崩塌、滑坡和泥石流等灾害事件在一定区域暴发的不同降雨过程临界值，作为预警判据；三是在接受省气象台发来的次日降雨量预报数据和预报雨量值后，对每个预警区叠加分析，据判图初步判定发生地质灾害的可能性；四是对判定发生地质灾害可能性较大以上等级的地区，再结合前期过程降雨量数据、该预警区地质环境、生态环境和人类生活方式、强度等指标进行综合判断，从而对次日的降雨过程诱发地质灾害的空间分布进行预报预警；五是把地质灾害预报预警结果制成预报图，经主管领导签发后发回省气象台；六是气象台收到预报图并作成影视产品后与当天的天气预报图同时传送到省电视台在天气预报节目中播出。上述六个步骤是实现一次突发性地质灾害的气象预警工作过程。同时，广东省地质环境监测总站把地质灾害预警结果在网上进行发布，并跟踪地质灾害预报预警后地质灾害灾情或险情程度，对地质灾害预警等级进行校验，逐步提高预警准确率。

### （二）预报预警对象

基于目前的认识水平及统计分析结果，降雨直接诱发的地质灾害类型主要有崩塌、滑坡和泥石流等斜坡变形运动，故目前以强降水和连续性降水引发的崩塌、滑坡、泥石流等突发性群发型地质灾害作为预报预警的对象。

### （三）预报预警类型

突发性地质灾害气象预警按时空分布特征可分为时间预警和空间预警两

种类型。

空间预警是比较明确地划定在一定条件下（如根据长期气象预报），一定时段内地质灾害将要发生的地域或地点，主要适用于群发型。

时间预警是在空间预警的基础上，针对某一具体地域，提出地质灾害在某一时段内或某一时刻将要发生的可能性大小。

空间预警是减轻区域性、全局性地质灾害的有效手段，是基于地质灾害的主要控制因素（如地层岩性、地质结构、地貌形态、地层突变等）和诱发因素（如降雨、地震、冰雪消融、人为活动）开展工作。控制因素是基本条件，诱发因素在不同地区或同一地区的不同地段常常表现出极大差异，故在尚未充分认识自然规律的条件下，预警结果目前只能代表一种趋向性，带有一定程度的模糊性和不确定性。

**（四）预报预警等级**

根据国土资源部、中国气象局《关于联合开展地质灾害气象预报预警工作协议》，地质灾害气象预报预警统一划分为 5 个等级（表 4–1）。

**表 4–1　地质灾害预报预警分级与应对措施表**

| 等级 | | 发生地质灾害概率 | 应对措施 |
|---|---|---|---|
| 1 级 | 提醒级 | 可能性很小（<20%） | 启动重要地质灾害隐患点的群测群防巡查 |
| 2 级 | 提醒级 | 可能性较小（20%–40%） | 预报预警时间内对重要地质灾害隐患点 24 小时监测 |
| 3 级 | 注意级 | 可能性较大（40–60%） | 预报预警时间内启动地质灾害隐患点群测群防，并 24 小时监测 |
| 4 级 | 预警级 | 可能性大（60–80%） | 启动受地质灾害隐患点威胁区居民临时避让方案 |
| 5 级 | 警报级 | 可能性很大（>80%） | 启动不稳定危险斜坡威胁区居民临时避让方案 |

其中 1—2 级在预报中为提醒级，3 级在预报中为注意级，4 级在预报中为预警级，5 级在预报中为警报级。1 级发布预报用灰色表示；2 级发布预报用绿色表示；3 级发布预报用黄色表示；4 级发布预报用橙色表示；5 级发布警报用红色表示。

一旦某一行政区域内发出任何一个等级预报预警，当地县（市、区）、镇

（乡）两级人民政府和国土资源主管部门，要根据不同预警等级启动应对措施。一旦发生险情，根据险情等级启动本行政区域突发性地质灾害应急预案响应。

### （五）预报发布标准

当地质灾害预警等级出现3、4和5级时，由领导审定和签批地质灾害预警产品，以省国土资源厅和省气象局联合发布预警，并通过广东省电视台晚间7：30新闻节目后在《电视天气预报节目》中播出，此预报融入整个预报文稿，以图文并茂等形式对公众服务。同时，各级政府和国土资源主管部门作好地质灾害预防应急准备工作，根据预警等级适时启动地质灾害应急预案。

### （六）预报预警时段和地域

预报起始时间为每天晚上20：00时，分24小时及48小时两段。

预报地域为广东省行政辖区内的所有区域，重点关注广东省地质灾害区划中的地质灾害易发区域、潜在地质灾害隐患点和危险斜坡地段。

## 三、突发单体地质灾害预报预警

对于已落实监测责任人的地质灾害隐患点或群众报灾点，根据灾害点的实际情况，及时预报预警，以便提前采取应急措施，确保人民群众生命财产安全。

### （一）崩塌、滑坡预报预警

对于已进行人工监测的崩塌、滑坡隐患点，一旦监测数据出现异常（拐点并斜率上翘变大）或隐患点有明显变形破坏前兆时，监测人员立即发出警报，通知上级主管部门和当地政府，组织受威胁区人员及时撤离。

### （二）泥石流预报预警

在泥石流沟谷的形成区、流通区和堆积区分别设置监测点，对泥石流的活动过程进行监测，将泥石流开始起动、流动的情况，及时利用电话或无线电设备传送到监测预报中心，发出警报，通知主管部门和当地政府，组织受泥石流威胁区的人员及时撤离。

### （三）地面塌陷预报预警

当监测的地面变形区域有异常出现、判定确为险情时，或发现变形破坏前兆时，应及时将险情上报。在观测过程中如发现地下水位或地面变形异常骤然加剧，判定险情紧急时，应立即上报并果断采取应急措施。

# 第二节　地质灾害监测

## 一、崩塌监测

### （一）崩塌监测的目的

为了解和掌握崩塌体的演变过程，及时捕捉崩塌灾害的特征信息，为崩塌的正确分析评价、预测、预报及治理工程等提供可靠资料和科学依据。同时，监测结果也是检验崩塌分析评价及防治工程效果的尺度。因此，监测既是崩塌调查、研究和防治工程的重要组成部分，又是崩塌地质灾害预测预报信息获取的一种有效手段。

目前，国内外崩塌监测方法已发展到一个较高水平，监测内容丰富，监测方法较多，监测仪器各种各样，本节主要讲述简易的大地形变位移测量监测、裂缝相对位移监测、宏观地质调查法监测。

### （二）监测点选定与监测方法

为了解崩塌的变化动态和发展趋势，研究其稳定性，预测崩塌险情，对崩塌点进行监测是必要的。

1. 大地形变位移测量监测

监测点的选定应根据崩塌的平面形态布设监测网点，分控制点和监测点，控制点埋设在崩塌体外围，为相对不动点，监测点布设在崩塌体内，一般布设上、中、下三条直线，主要为控制崩塌体变形范围，用视准线法测量监测点的位移变化动态。

2. 裂缝相对位移监测

监测崩塌体中裂缝两侧相对张开、闭合变化，监测点选择在裂缝两侧，特别是主裂缝两侧。监测点一般两个一组，测量其距离或在裂缝两侧设固定标尺，以观测裂缝张开、闭合和垂直变化。此外，还可在建筑物（房屋墙、挡土墙、浆砌片石沟侧壁等）的裂缝上贴水泥砂浆片等观测裂缝的变化情况。

3. 宏观地质调查监测

这是指采用常规的崩塌变形形迹追踪地质调查方法，进行人工巡视，并发动群众报告崩塌区出现的各种细微变化。该调查法选点宜在变化明显地段设固定点，包括调查路线应穿越、控制整个崩塌区。

### （三）监测工具和周期

监测点选定后，需确定测量工具和观测次数和时间间隔。测量工具原则上精度越高越好，但考虑到经济、实用和便于操作，大地形变测量选用经纬

仪和红外线测距仪；裂缝相对位移监测用钢卷尺，宏观地质调查用一般的地质罗盘钢卷尺等即可。测量次数和时间间隔应随崩塌所处阶段以及崩塌主要动力破坏因素的不同而有所差异，正常情况每 15 天一次，比较稳定的可每月一次，在汛期、雨季、预报期、防治工程施工期应加密监测。监测工作应连续进行，直到经防治工程治理后不再变形为止。

**（四）记录、分析监测结果**

每次监测需认真作好记录，室内将其制成表格，绘制监测时间—位移曲线图，及时进行监测工作总结，为预测预报崩塌发展趋势和防治工程设计提供基础资料。

**（五）建立简单易行的险情警报系统，发现险情及时上报**

监测的最终目的是预报险情，达到防灾减灾的目的。若发现险情应立即上报主管部门，将危险区内人员撤离，把灾害损失降到最低限度，确保人民群众生命财产安全。

## 二、滑坡监测

**（一）目的**

滑坡动态观测包括位移长期观测和滑坡体中地下水动态观测两个方面。目的是为了分析滑坡的形成机理、活动状态及其发展趋势。对于有些滑坡，特别是顺层滑坡，监测数据还有助于分析滑动面的空间展布特征。借助自动记录仪和加密人工观测相配合，随时掌握滑坡的移动过程，确定滑坡达到最大移动速度的时间和滑坡体的状态，从而分析预报滑坡体的未来发展趋势。

**（二）监测内容**

此项工作在勘查阶段开始实施，直到滑坡整治工程结束反映出明显的防治效果止。滑坡位移监测要求在滑坡区各个关键部位设立固定的观测点（网），并与滑坡外围稳定地质体的控制点联系起来组成完整的观测线、网。根据需要，还应选择钻孔对不同层位（深度）岩土体的位移量等进行定期观测。全部观测点的（三维）位移量均要进行定期观测，及时掌握滑体各个部位沿平面和剖面的形变。

根据当地促使滑坡活动的各种自然因素和人为因素，诸如暴雨、洪水、冻融、地震、人工爆破（震动）、灌溉渗水等，确定观测间隔时间（观测周期）和必要的加密观测内容。

1. 滑坡位移监测

监测滑坡不同部位位移的方向和速度，确定滑坡主轴位置，圈定滑坡最大推力范围，为整治滑坡提供依据。简易观测是在滑坡裂缝两侧平行滑动方向打桩（图 4–1），用钢尺测量水平位移值，或在裂缝两侧设横竖相交的固定

标尺，或在滑坡体前缘剪出带内刻槽和设标桩，观测位移距离和速度，直接读出水平和垂直位移值。精密观测多用于观测缓慢滑动的大型滑坡。要建立观测网，常用的观测网有十字正交网、放射线网、坐标方格网或任意格网等。观测点不仅在已知滑坡体内设置，对滑坡体外受影响而可能变形的重要地段也要设置。

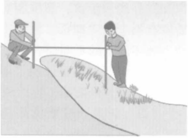


图 4–1　埋桩法

2. 建筑物变形观测

观测滑坡体上工程建筑物遭受破坏的变形情况和滑坡的发展对工程建筑物的危害程度，可在建筑物（如挡墙、隧道衬砌等）变形处分期粘贴水泥砂浆片，并注明封贴日期（图 4–2），其变化可清楚反映出建筑物变化发展情况。

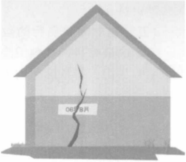


图 4–2　贴片法

**（三）观测方法**

在滑坡现场常用以下两类观测方法。

一是常用简易监测方法，简便实用，可用于群测群防中。即在裂缝两侧或一侧（指动体）打木桩（或水泥桩），定时用钢尺量测桩的垂直及水平位移变化值。基本方法与崩塌的监测方法相同。

二是精密观测。即建立观测网，用精密仪器（即经纬仪和水准仪）进行立体（位移）观测，从空间上掌握各个观测桩的位移变化和滑坡体表面各个部位的动态变化。此种监测方法主要由专业监测队伍完成。

**（四）观测仪器**

因地制宜地选择适合于当地滑坡实际情况的仪器和方法进行观测。为了全部掌握滑坡体（尤其是复杂的大型滑坡）的动态变化过程，除了地表位移观测外，应进行深部的位移观测，可根据情况选择下列适宜的观测方法。

1. 测斜仪法

用钻孔打穿滑动面后直达稳定的地层并下入套管，然后将测斜仪放入孔内，对滑坡进行深部定位监测，以确定滑动面位置及其上部不同深度滑坡体的位移动态。

测斜仪采用摆动式电阻器，它将倾斜度转换成电信号而实现对滑坡深部倾斜度变化的量测。它是监测滑坡的一种可靠仪器，可进行长期观测。监测钻孔的深度必须穿过可能滑动的岩土体，并进入到稳定的岩土体内不少于 5m 处。

2. 电阻丝片法

用钻孔穿过滑动面直达稳定地层中，然后在孔内放入灵敏度较高的薄金属管或塑料管。在管壁上贴附多个电阻丝片。在地面测定其电阻值的变化，即可了解不同深度岩土体的位移情况。

3. 金属球法

在钻孔内投入一些金属球，对球体通电，量测球体周围的电场强度变化，确定球体的位置，从而了解岩土体的位移情况。

4. 声发射法

利用地音仪（声发射仪）监听滑坡体蠕变进程中局部破裂产生的声响，利用地电仪监测因变形摩擦造成的自然电场的变化等。

在一个具体的滑坡区，不管是小型、简单的滑坡，还是大型、复杂的滑坡，一定要因地制宜地采用行之有效的监测方法和监测仪器。诸如：滑体表面岩土体（三维）位移监测；钻孔深部岩土体变形倾斜仪监测；岩体声发射监测；地面倾斜仪监测；地表、地下自动记录报警监测；裂缝变形（位移）监视受挤压岩体应力变化监测；预应力锚索测力计监测预应力损失量；锚索用水平钻孔多点位移监测；监测煤层（或其它矿）顶底板的相对位移时，可采用压力盒应力测量和竖向位移计等。

**（五）观测时间的选定**

观测次数和时间间隔，可根据滑坡的滑动速度、发展情况及雨、旱季等具体条件确定。对滑动速度大、发展快的滑坡，观测次数要加密，间隔时间要缩短，甚至24小时连续观测，实时分析资料，及时预测预报。建筑物的变形观测应与滑坡位移观测同时进行，以便分析对比。

**（六）滑坡变形区地下水动态观测**

1. 目的及观测线网的布置

滑坡体地下水动态观测是为了分析滑坡的形成机理及其影响因素。观测点的布置以能控制滑坡区范围内的地下水动态为原则。观测点一般按剖面线布置，重点观测滑体不同层位、不同深度地下水的渗流方向与动态变化。剖面线的方向要考虑可能影响滑坡体地下水动态的补给来源，了解来自滑体之外的地下水源或地表水源（河、湖、海），对滑坡的影响程度和相互转化关系。

2. 地下水动态观测项目

包括水位、水温、水质及水量（滑体中泉水流量）等内容。在同一地区，应统一观测，一般每5天观测1次。逢雨季或其它特殊情况，应酌情加密观测。地下水动态观测的持续时间一般不少于1个水文年。

如果已经确认滑坡中存在明显的含水层（或含水地质体）时，应通过钻孔或水平坑道等（一般设在含水层与隔水层之间）对地下水进行长期动态观

测，分析研究地下水与滑坡长期稳定性的关系。

3. 动态观测与排泄地下水相结合

对于具有多个含水层（带）且含水较丰富的滑坡体，根据滑坡区的具体条件（地下水位深浅、含水层位等）确定，考虑是打多层钻孔分别进行观测和排水，还是采用钻孔与竖井联合使用的方法，还是采用卧式钻孔与立式钻孔联用的方法。这样，就可以将地下水长期观测工作与排泄地下水稳定滑坡的效果检验结合起来。

## 三、泥石流监测

### （一）目的

泥石流监测的目的和任务是为获取泥石流形成的固体物源、水源和流动过程中的流速、流量、顶面高程（泥位）、容重等及其变化，为泥石流的预测、预报和警报提供依据。

监测范围包括水源和固体物源区、流通段和堆积区。泥石流的监测方法，在专门的调查研究单位已采用电视录像、雷达、警报器等现代化手段和普通的测量、报警设备等进行观测。群众性的简易监测，主要应用经纬仪、皮尺等工具和人的目估、判断进行。

### （二）监测手段

在勘查阶段，监测手段以简便的常规手段为主体。

### （三）监测内容和要求

1. 物源监测

主要对泥石流形成区内水土资源及崩塌、滑坡灾害进行监测，具体监测内容包括：松散土层堆积的分布和分布面积、体积的变化；形成区和流通区内滑坡、崩塌的体积和近期的变形情况，观察是否有裂缝产生和裂缝宽度的变化；形成区内森林覆盖面积的增减，耕地面积的变化和水土保持的状况及效果；断层破碎带的分布、规模及变形破坏状况。

2. 降雨观测

根据流域大小，在流域内的控制点中设置 1~3 个自记式雨量观测点，便于掌握整个流域内的雨量分布情况与降雨的不均匀性。观测点不要设在风力影响较强和周围有高大树木的地方，并定时观测巡视。

除对降雨量及其变化进行监测、预报外，主要是对地区、流域和泥石流沟内的水库、堰塘、天然堆石坝、堰塞湖等地表水体的流量、水位、堤坝渗漏水量、坝体的稳定性和病害情况等进行观测。

3. 泥位观测

观测站应尽可能设在两岸稳定、顺直的泥石流流通河床段。观测断面可

设置2个或2个以上。用简便的断面索法观测泥位的涨落过程，精度要求到0.1m。条件许可时，泥位也可采用有线或无线传感器及探头遥测（如超声水位计、泥位检知网、泥位检知线等）。

4. 流速观测

泥石流流速观测必须和泥位观测同时进行，数值记录要和泥位相对应。一般采用水面浮标测速法。

浮标测速法：在测流上断面的上方丢抛草把、树枝或其它漂浮物（丢物时注意安全）分别观测漂浮物通过上、下游断面的时间。

阵流测速法：在测流的上、下断面处，分别观测泥石流进入（龙头）上断面和流出下断面的时间。

流速计算：流速可用下式初略计算

$Vc=S/(t_2—t_1)$

式中：$Vc$—泥石流流速

$S$—距离，上下断面距离（米）

$t_2$、$t_1$—分别为漂浮物或龙头通上、下断面的时间，单位为秒

5. 流量计算

流量可用下式概略计算

$Qs=Vs\times As$

式中：$Qs$—泥石流流量（$m^3/s$）

$Vs$—泥石流流速（m/s）

$As$—断面面积（$m^2$）

上面各项观测资料均应作好记录，主要包括观测时间和各种观测数据，并绘制时间与观测值之间的相关曲线和计算有关指标，反映变化情况，作为预测、预报和警报的依据。

6. 预报预警

泥石流警报，首先要确定预报预警参数临界值。如泥位观测报警的泥位临界值，地声报警的地声临界值，暴雨报警的雨强临界值。

断面泥位观测法：当监测断面泥位达到警戒值时，立即发出预警信号；当监测断面泥位达到避难泥位时，则发出警报信号。

传感法：将泥石流传感器、地震传感器、地声传感器、超声泥位计、泥位高度检知线等安装在沟谷适当地点（超声探头必须安装在流域中、下游的主河床内），这样可以保证泥石流流量处在一个较稳定的范围内，减少泥石流规模报警的误差。当泥石流发生时，传感器接受信息，进行预警或报警。

**（四）监测资料整理分析**

除对泥石流监测原始记录进行整理外，还应将监测数据进行入库，建立

成果数据库，把全部编目资料存入计算机，以供有关人员查阅。

### （五）泥石流的长期监测

勘查工作结束后，应将监测点、监测站移交当地有关部门继续监测，达到长期监测积累资料的目的。

## 四、地面塌陷监测

### （一）监测目的

通过简易监测，一方面是要抓住地面塌陷的前兆现象；另一方面是取得这些前兆现象变化过程的资料，以便分析判断其发展趋势，为及时采取应急措施提供依据。

### （二）监测点的选择

一般是选择有异常变化现象的点，如井与泉的水位、地面和建筑物的裂缝等进行监测，对于地面和建筑物的变化，应在变形的不同部位布点，形成监测点网，以全面掌握其变形的系统情况。

### （三）监测方法和工具

监测方法和工具可根据具体条件确定，可因陋就简，以能取得观测数据资料为原则。如井、泉水位观测，可在其旁设标尺（最小刻度为 1mm），地面裂缝可在不同部位（如裂缝两头、中部等）的裂缝两侧钉上小木桩，其上划出十字作为观测基点，用最小刻度为 1mm 的钢卷尺或木尺量测桩间距离的变化；对墙上的裂缝可在墙上直接划线监测。

### （四）监测时间

从发现异常的时候起开始定时观测，每日一次，如异常变化剧烈时应增加观测次数，每日可增至二至三次。

### （五）监测记录

观测记录应列表记录，力求系统完整。观测中如遇降雨，应记录降雨的起止时间，并估计其降雨强度（小、中、大、暴雨）。位于地表水体附近的监测点，应同时观测记录地表水位的变化。随观测进程可绘制观测曲线，以时间为横坐标，以观测数据为纵坐标，绘出水位变化、裂缝变化等曲线，为分析判断提供基础。

### （六）险情警报

当有异常出现、判定确为险情时，应及时向险情警报系统上报。在未建立险情警报系统的地方，地方政府可根据本地的具体条件建立相应的组织，以便防灾抗灾工作的顺利开展。在观测过程中如发现异常骤然加剧，判定险情已到紧急时刻，应立即上报并果断采取应急措施。

## 五、地面沉降的监测

### （一）监测目的

查明和掌握地面沉降动态变化规律，为地面沉降灾情评估和预测预报地面沉降的发展趋势提供基础数据。与此同时，为政府部门控制或防治地面沉降，合理开发和利用地下资源提供规划和决策依据。

### （二）地面沉降监测网

当发现某地区产生沉降时，应建立地面沉降监测水准网，通过定期的重复观测，为研究和控制地面沉降提供准确、可靠的系统资料。水准网布设采用整体至局部逐级水准测量的高程控制方法（表 4–2），一等水准网布设在沉降漏斗外围区，二等水准网在一等水准网环线内布设。

表 4–2　地面沉降水准点布设密度和复测周期

| 年均沉降量（mm/a） | 沉降点间距（m） | 复测周期 |
|---|---|---|
| 10~30 | 700~1 000 | 3~5 年 |
| 30~50 | | 1~3 年 |
| 50~100 | 500~700 | 0.5~1 年 |
| 100~150 | 250~500 | 3~6 月 |
| >150 | <250 | 1~3 月 |

基岩标的布设可选择在测区内或靠近测区的基岩露头上；对松散沉积物厚度较大的地区，基岩标的标底也可设置在主要地下水开采层之下的稳定地层中。地面沉降严重区域的基岩标的数量不得少于两座。

分层标是研究地下不同深度土层和含水砂层沉降量变化依据，分层标的组数与每组分层标的个数应根据地质条件和被抽取地下水的含水层深度来确定。

基岩标和分层标埋设后一般经过联测稳定后，方可进行观测。

地下水位和水量监测的重点是搞清地下水位下降漏斗的形成及分布范围、发展趋势，为研究地面沉降机理及预测沉降趋势提供基础数据。

### （三）监测方法和工具

基岩标之间的联测必须采用特等水准，即采用单路线二次往返观测（选用二台仪器同时对向往返观测）；分层标相对升降观测，是以本组标桩中埋设

最深的一个标，或基岩标为主标（固定点），测定各分层标与主标之间的高差。监测工具见表 4–3。

**表 4–3　地面沉降水准测量使用水准仪**

| 序号 | 仪器名称 | 最低型号 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 特等 | 一等 | 二等 |
| 1 | 水准仪 | Ni002 | DSZ05 | DSZ1 |
| | | | DZ05 | DS1 |
| 2 | 水准标尺 | 两排分划线条式因瓦合金标尺 | | |

**（四）监测资料整理**

将地面沉降监测工作获得的大量分散性数据资料进行归类整理。找出地面沉降的特征和规律，建立地面沉降区地质背景数据库、水文地质数据库、水准测量数据库、地面沉降灾害数据库等，为控制地面沉降对策提供依据。

## 第三节　地质灾害群测群防体系建设

地质灾害群测群防体系是指县、乡、村地方政府组织城镇或农村社区居民为预防地质灾害而自觉建立与实施的一种工作体制和减灾行动，是一种针对灾害风险进行自我管理的工作体系。实施地质灾害群测群防的根本目的是抓住减灾时机，实现属地优先和适时高效，具体体现“六个自我”，即“自我识别、自我监测、自我预报、自我防范、自我应急和自我救治”。

自我识别：通过各种宣传和培训等方式，引导公民自觉认识居住生存环境和提高识别地质灾害隐患的能力，及时发现险情和上报。

自我监测：落实县、乡、村基层群众组织的监测责任人和监测人，确定简易监测方法和要求，以定期巡查测量和汛期强化监测相结合的方式进行。

自我预报：使用尽可能简单易行语言或方式发布地质灾害预警（电话、通知、手机短信、警报器、广播、吹号、敲锣等）。

自我防范：是训练居民防灾的警觉性、应变能力和心理素质。

自我应急：当发生重大险情时，立即上报当地政府和国土资源主管部门，按照确定的避灾路线进行危险区内人员疏散，并做好地质灾害应急处置有关准备工作。

自我救治：一旦发生地质灾害灾情，县、乡、村三级机构自觉地进行紧急救助，组织灾民自救互救，抓住宝贵时机抗灾救灾，及时组织转移疏散有可能受威胁的人员，安排好灾民的衣、食、住、行，组织群众开展生产自救，制定防治方案，确保灾区社会稳定。

## 一、群众监测网络建设

### （一）监测点选定原则

1. 危险性大、稳定性差、成灾概率高，灾情严重的。

2. 对集镇、村庄、工矿及重要居民点人民群众生命财产安全构成威胁的。

3. 造成严重经济损失的。

4. 威胁公路、铁路、航道等重要基础设施的（由相关部门和业主负责实施）。

5. 威胁重大基础建设工程的（由相关部门和业主负责实施）。

### （二）监测点的建设

根据上述原则确定需要监测的地质灾害隐患点后，国土资源管理部门应及时提出监测方案报当地政府，同时协助搞好监测点的建设。

1. 监测范围确定：除对地质灾害隐患点和不稳定斜坡本身的变形迹象进行监测外，还应把该灾害点威胁的对象和可能成灾的范围，纳入监测范围。

2. 监测方法与要求：对当前不宜进行治理及暂时不能进行治理的隐患点，危害大的应因地制宜，结合宏观地面变形观察的群测群防网点，以建立简易监测点为主。

3. 一般采用设桩、设砂浆贴片和固定标尺进行滑坡体地面裂缝相对位移监测，并结合人工巡视滑坡体内的微地貌、地表植物和建筑物标志的各种微细变化。对危害大的隐患点（属特大型）应建立专业监测网络，适时监测灾害点的位移变化动态。以定期巡测和汛期强化监测相结合的方式进行。定期巡测一般为半月或每月一次，汛期强化监测将根据降雨强度，每天或 24 小时值班监测。

### （三）监测网点的管理与运行

1. 监测责任落实到具体的单位与个人。被监测的地质灾害隐患点所在的乡、镇、村和有关单位领导为监测责任人，在当地政府的统一领导下，成立监测组，监测组由受危害、威胁的居民点或有关单位的群测群防人员组成。

2. 建立岗位责任制，县、乡、村应逐级签定责任书。

3. 宣传与培训，调查过程中，采取多种方式进行宣传与培训，培训监测责任人、监测组成员和群众，如何监测、判断灾害可能发生的前兆和灾情速

报及有关应急防灾救灾的方法。

4. 监测信息反馈与处理。县国土资源主管部门负责监测资料与信息反馈的收集汇总，上报到市国土资源主管部门（或市地质环境监测站）进行综合整理与分析，省国土资源厅地质环境处（或省地质环境总站）将上报的资料与信息录入省地质灾害空间数据库，进行趋势分析，同时对下一步监测工作提出指导性意见。

5. 经监测有重大险情发生时，当地政府和有关单位应立即采取应急防灾减灾措施，同时应立即报告省、市、县（市、区）政府和国土资源主管部门，派出专业人员赴现场协助监测和指导防灾救灾。

6. 建立地质灾害速报制度，按照国土资源部国土资发［2006］175号文贯彻执行。

**（四）监测数据**

1. 监测数据包括地质灾害点基本资料、动态变化数据、灾情等。

2. 所有监测数据均应以数字化形式储存在信息系统中。同时，必须以纸介质和其他存储介质形式备份保存。

3. 监测点必须进行简易定量监测，并须整理成有关曲线、图表等。应编制有关月报、季报和年报。同时，对今后灾害发展趋势进行预测。

4. 监测数据应按照有关程序逐级汇交。

5. 加强监测数据的综合分析和对监测人员的培训，使监测资料得到及时的应用。

## 二、群专结合的预报预警系统建设

（一）县（市）国土资源主管部门归口管理和指导群众监测网络建设，负责监测资料与信息反馈的收集汇总。

（二）省、市国土资源主管部门应根据气象、水文预报和监测资料进行综合分析，预测地质灾害预警等级，并及时向有关乡镇、村和矿山及负责重要设施管理的有关部门发出预警信息。

（三）县（市）国土资源主管部门负责组织各乡镇、矿山、重要设施主管部门编制汛期地质灾害应急预案和本县（市）汛期地质灾害防治方案，报同级人民政府批准后公布组织实施。

（四）县（市）国土资源主管部门负责组织地质灾害防治科普宣传活动和基层干部培训工作。

# 第五章

# 地质灾害防治措施

## 第一节　崩塌和滑坡防治措施

### 一、崩塌防治措施

崩塌灾害具有高速运动、高冲击能量、多发性、在特定区域发生时间和地点的随机性、难以预测性和运动过程的复杂性等特征。因此，发生在道路沿线、工业或民用建筑设施附近的崩塌，常会导致交通中断、建筑物毁坏和人身伤亡等事故。

#### （一）防治原则

对于崩塌而言，在整治过程中必须遵循标本兼治、分清主次综合治理、生物措施与工程措施相结合、治理危岩与保护自然生态环境相结合的原则。通过治理，最大限度降低危岩失稳的诱发因素，达到标本兼治的目的。

许多崩塌区都是山清水秀的自然风景区，是游人观赏自然景观的理想场所。危岩本身既是崩塌灾害的祸根，也是一种景观资源。因此，危岩崩塌整治工程必须兼顾艺术性与实用性，把治岩、治坡、治水与开发旅游资源结合起来，达到除害兴利的目的。同时，治理危岩、防止崩塌应采取一次性根治不留后患的工程措施；对开辟为观光游览区的危岩地带，采取生物措施治理时应慎重选择植物种类，宜种草不宜植树，防止根系发达的树种对危岩的稳定性产生负作用。

此外，应加强减灾防灾科普知识的宣传，严格进行科学管理；合理开发利用坡顶平台区的土地资源，防止因城镇建设和农业生产而加快危岩的形成，杜绝发生崩塌的诱发因素。

### （二）防治措施

崩塌本身仅涉及少数不稳定的岩土体，它们通常并不改变斜坡的整体稳定性，亦不会导致有关建筑物遭受毁灭性破坏。因此，防止崩塌造成道路中断、建筑物损坏和人身伤亡是整治崩塌的最终目的。这就是说，防治的目的并不是一定要阻止崩塌落石的发生，而是要防止其带来的危害。因此，崩塌防治措施可分为防止崩塌发生的主动防护和避免造成危害的被动防护两种类型，具体方法的选择取决于崩塌历史、潜在崩塌特征及其风险水平、地形地貌及场地条件、防治工程投资和维护费用等。图 5-1 列出了主要的崩塌防治措施。图中 SNS 为安全网系统（Safety Netting System）的简称。

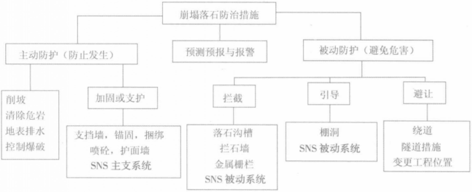



**图 5-1 崩塌防治的主要措施**

1. 修筑拦挡建筑物

对中、小型崩塌可修筑遮挡建筑物或拦截建筑物。拦截建筑物有落石平台、落石槽、拦石堤或拦石墙等，遮挡建筑物形式有明洞、棚洞等（图 5-2）。

在危岩带下的斜坡上，大致沿等高线修建拦石堤兼挡土墙，即可拦截上方危岩掉落石块，又可保护堆积层斜坡的相对稳定状态，对危岩下部也可起到反压保护作用。

2. 支撑与坡面防护

支撑是指对悬于上方、以拉断坠落的悬臂状或拱桥状等危岩采用墩、柱、墙或其组合形式支撑加固，以达到治理危岩的目的。

对危险块体连片分布，并存在软弱夹层或软弱结构面的危岩区，首先清除部分松动块体，修建条石护壁支撑墙保护斜坡坡面。

3. 锚固

板状、柱状和倒锥状危岩体极易发生崩塌错落，利用预应力锚杆或锚索

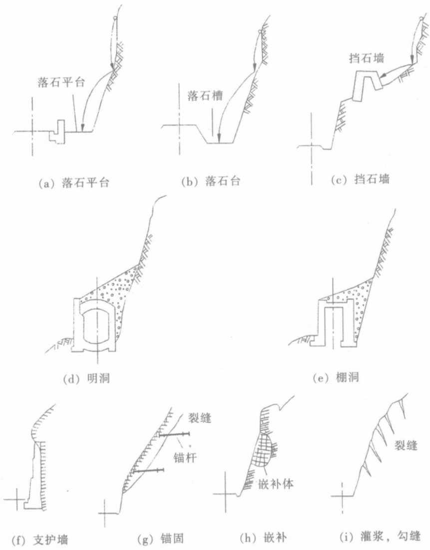



**图 5-2 崩塌防治工程措施示意图**

可对其进行加固处理，防止崩塌的发生。锚固措施可控制临空面附近的岩体裂缝宽度进一步加剧，提高岩体的完整性。因此，锚杆或锚索是一种重要的斜坡加固措施。该方法适用于危岩体上部的加固。

4. 灌浆加固

固结灌浆可增强岩石完整性和岩体强度。经验表明水泥灌浆加固可使岩体抗拉强度提高 0.1MPa，相当于安全系数提高 50%以上。在施工顺序上，一般先进行锚固，再逐段灌浆加固。

5. 疏干岸坡与排水防渗

通过修建地表排水系统，将降雨产生的径流拦截汇集，利用排水沟排出坡外。对于滑坡体中的地下水，可利用排水孔将地下水排出，从而降低孔隙水压力，减低地下水对坡体岩土体的软化作用。

6. 削坡与清除

削坡减载是指对危岩或滑坡体上部削坡，减轻上部荷载，增加危岩体和滑坡体的稳定性。对规模小、危险程度高的危岩体可采用爆破或手工方法进行清除，彻底消除崩塌隐患，防止造成危害。削坡减载的费用比锚固和灌浆的费用要少得多，但有时会对斜坡下方的建筑物造成一定损害，同时也破坏了自然景观。

7. 软基加固

保护和加固软基是崩塌防治工作中十分重要的一环。对于陡崖、悬崖和危岩下裸露的泥岩基座，在一定范围内喷浆护壁可防止进一步风化，同时增加软基的强度。若软基已形成风化槽，应根据其深浅采用嵌补或支撑方式进行加固。

8. 线路绕避

对可能发生大规模崩塌的地段，即使是采用坚固的建筑物，也经受不了大型崩塌的破坏，故铁路或公路必须设法绕避。根据当地的具体情况，或绕到河谷对面、远离崩塌体，或移至稳定山体内以隧道通过。

9. 加固山坡和路堑边坡

（1）常规方法。在临近道路路基的上方，如有悬空的危岩或体积巨大的危石威胁行车安全，则应采用修筑与地形相适应的支护、支顶等支撑建筑，或是用锚固方法予以加固；对深凹的坡面须进行嵌补，对危险裂缝应进行灌浆处理。

通过上述崩塌的治理措施完全消除崩塌落石的危险是很难做到的。因此，通常仅对即将崩塌的岩石进行清除，作为其他防治方法的配套措施。通过削坡来阻止崩塌落石的土石方工程很大，在经济上往往是不可取的；而作为加固或支护的各种措施都有其特定的适用条件，在坡面整体性和稳定性较好时才能达到防治的目的。

被动防护措施并不试图阻止岩石崩落，但必须避免崩落的岩块危及被保护的对象。在崩塌落石规模较大或发生频繁的区域，采用交通线路绕行、隧道通过或改变工程位置等避让方案可能是最为有效而彻底的预防措施，但由此必将带来工程投资的明显增加。

（2）SNS 技术。近几年来，一种全新的 SNS 柔性拦石网防护技术在我国水电站、矿山、道路等各种工程现场的崩塌落石防护中得到了广泛的应用。

SNS 系统是利用钢绳网作为主要构成部分来防护崩塌落石危害的柔性安全网防护系统，它与传统钢性结构的防治方法主要差别在于：该系统本身具有的柔性和高强度更能适应于抗击集中荷载和（或）高冲击荷载。当崩塌落石能量高且坡度较陡时，SNS 钢绳网系统不失为一种十分理想的防护方法。

该系统包括主动系统和被动系统两大类型。前者通过锚杆和支撑绳固定方式将钢绳网覆盖在有潜在崩塌落石危害的坡面上，通过阻止崩塌落石发生或限制崩落岩石的滚动范围来实现防止崩塌危害的目的。后者为一种栅栏式拦石网，它采用钢绳网覆盖在潜在崩岩的边坡面上，使崩岩沿坡面滚下或滑下而不致剧烈弹跳到坡脚之外，它对崩塌落石发生频率高、地域集中的高陡边坡的防治既有效且经济。SNS 被动防护系统是一种能拦截崩落的岩块、以具有足够高的强度和柔性的钢绳网为主体的金属柔性栅栏式被动拦石网。整个系统由钢绳网、减压环、支撑绳、钢柱和拉锚 5 个主要部分构成。与传统的拦截式刚性建筑物的主要差别在于系统的柔性和强度足以吸收和分散崩岩能量并使系统受到的损伤最小。该系统既可有效防止崩塌灾害，又可以最大限度地维持原始地貌和植被，保护自然生态环境。SNS 柔性安全防护系统与传统刚性系统的差别归纳于表 5–1 中。

表 5–1　传统刚性系统与 SNS 柔性安全防护系统主要特征对比

| 性能特征 | 刚性系统 | SNS 柔性安全防护系统 |
| --- | --- | --- |
| 结构类型 | 钢、木、浆砌石构筑的拦截建筑物 | 带减压环的钢绳网系统 |
| 能量范围 | 低能范围 0–50kJ | 标准化体系达 2 350kJ，设计范围力 5 000kJ |
| 系统内力 | 高 | 低 |
| 部件尺寸 | 牢固但规模庞大笨重 | 牢固而质轻的轻型部件 |
| 视觉干扰 | 庞大建筑物或墙体 | 小型可透视建筑物 |
| 施工 | 简单易行，劳动强度大，工期长干扰作业或运营 | 简单易行的标准化装配作业，工期短，不干扰其他作业或运营 |
| 辅助工程 | 需大量开挖工程，破坏地貌和植被 | 仅做少量锚固，不破坏原始地貌和植被 |
| 设计可靠性 | 无计算冲击荷载需要的变形量，且缺乏实验资料，系统结构尺寸设计困难 | 在大量的理论分析计算和室内外试验基础上已建立了标准化的设计计算体系 |

## 二、滑坡的防治措施

滑坡的防治较之崩塌更加复杂，必须在查明其工程地质和水文地质条件的基础上，深入分析其稳定性和危害性，找出影响滑坡的因素及相互关系，综合考虑各种致灾因素，才能有针对性地采取相应的防治措施。

### （一）防治原则

1. 以长期防御为主，防御工程与应急抢险工程相结合，应急抢险工程应尽可能与防御工程衔接、配套。

2. 根据危害对象及程度，正确选择并合理安排治理的重点，保证以较少的投入取得较好的治理效益。

3. 生物工程措施与工程措施相结合，治理与管理、开发相结合。

工程治理的方法很多，诸如分水工程、排水工程、拦挡工程、爆破工程、锚固工程、减载工程、反压工程、护坡工程、停淤工程、排导工程、洞体工程等。工程治理作用明显、见效快，缺点是成本高、专业性强且效果不易持久。

生物工程治理是指通过喷撒草种、移植草皮等增加植被覆盖，以减少水土流失，削减地表径流和减少松散固体物质补给，进而抑制滑坡的发生并促进生态环境的良性发展。生物治理功效持久，成本低，方法较简单，容易广泛开展，能较好地与经济开发相结合。因而生物治理与工程治理可以互为补充。

4. 因地制宜，讲求实效，标本兼治。大、中型滑坡一般以搬迁避让为主，对不能采取搬迁避让措施的，才采取工程治理。在治理过程中，应针对滑坡形成的诱发因素，分清主次，合理选择治理方案。

### （二）防治措施

一般来讲，治理滑坡的方法主要有“砍头”、“压脚”和“捆腰”三项措施。“砍头”就是用爆破、开挖等手段削减滑坡上部的重量；“压脚”是对滑坡体下部或前缘填方反压，加大坡脚的抗滑阻力；“捆腰”则是利用锚固、灌浆等手段锁定下滑山体。滑坡的防治措施可归纳为“拦、排、稳、固”四个字。

“拦”即拦挡、拦截，如挡土墙等拦档工程（图 5-3a）；“排”即排水，包括拦截和旁引可能流入滑坡体内的地表水和地下水，排出影响滑坡体稳定的地表水和地下水（图 5-3b）；对必须穿过滑坡区的引水或排水工程做严格的防渗漏处理；避免在滑坡区内修建蓄水工程；对滑坡区地表做防渗处理；防止地表水对坡脚的冲刷等；“稳”即稳坡，包括降低斜坡坡度，滑坡后部削方减载及滑坡前缘回填压脚（图 5-3c）；以生物工程和护坡工程来保护边

坡等；“固”即加固，包括采用各种形式的抗滑桩、预应力锚索和预应力抗滑桩、抗滑明洞等工程，或采用灌浆、电化学加固、焙烧等方法以改变滑带岩土的性质来进行加固，增大滑面的抗滑力。

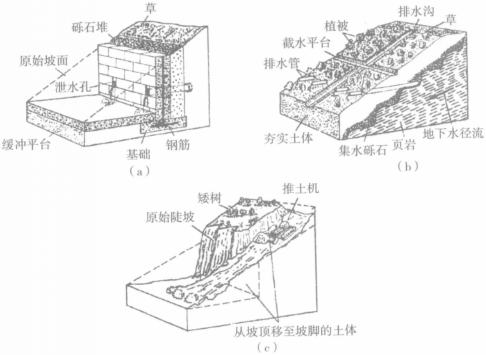



**图 5-3　滑坡治理工程措施示意图**

（a）拦挡工程，（b）排水工程，（c）削坡压脚工程

按滑坡治理措施的施工方式、适用条件和主要作用，可将其分为防御避让、护坡护岸、削坡卸载、排水防渗、排引地下水、拦挡抗滑、固结加固和生物工程等类型（表 5-2）。

1. 排除地表水和地下水

滑坡滑动多与地表水或地下水活动有关。因此，在滑坡防治中往往要设法排除地表水和地下水，避免地表水渗入滑体，减少地表水对滑坡岩土体的冲蚀和地下水对滑体的浮托，提高滑带土的抗剪强度和滑坡的整体稳定性。

地表排水的目的是拦截滑坡范围以外的地表水使其不能流入滑体。同时还要设法使滑体范围内的地表水流出滑体范围。地表排水工程可采用截水沟和排水沟等。

排除地下水是指通过地下建筑物拦截、疏干地下水，降低地下水位，防

止或减少地下水对滑坡的影响。根据地下水的类型、埋藏条件和工程的施工条件，可采用的地下排水工程有：截水盲沟、支撑盲沟、边坡渗沟、排水隧洞以及设有水平管道的垂直渗井、水平钻孔群和渗管疏干等。

**表 5–2　滑坡治理的类型、措施及其主要作用**

| 类型 | 治理措施 | 主要作用 |
|---|---|---|
| 防御避让 | 道路和隧洞等改线，居民点和基建工程改址或搬迁 | 滑坡体规模大、治理费用高时，以避让防御灾害 |
| 护坡护岸 | 导流堤（丁坝或顺坝）、防波堤（破浪堤）、灰浆抹面、浆砌片石、种植草皮 | 防止水流和波浪冲刷、冲蚀或岩体风化，土体开裂等 |
| 削方压脚 | 顶部削方减重、前缘填方压脚斜坡平整、清除不稳定部分 | 改变斜坡形态、减小剪应力，提高抗滑力 |
| 排水防渗 | 截水天沟、填堵裂缝 | 防止坡面水入渗 |
| 排引地下水 | 切沟、卧式钻孔<br>盲洞、渗井、虹吸管、立式钻孔 | 降低孔隙水压力和动水压力，降低剪应力，提高抗滑力 |
| 拦挡抗滑 | 压脚垛、挡墙（坝）、锚固桩、抗滑桩、锚杆、锚索 | 提高抗滑力 |
| 固结加固 | 固结灌浆法、电化学法、冻结法（临时性）、熔烧法 | 增强岩土强度，提高抗滑力 |
| 生物工程 | 植树造林、保护植被等 | 防止降雨、水流冲刷侵蚀 |

2. 减重与加载

通过削方减载或填方加载方式来改变滑体的力学平衡条件，也可以达到治理滑坡的目的。但这种措施只有在滑坡的抗滑地段加载，主滑地段或牵引地段减重才有效果。

（1）后部主滑地段和牵引地段减重。如果滑坡的滑动方式为推动式，并具有上陡下缓的滑动面，采取后部主滑地段和牵引地段减重的治理方法可起到治理滑坡的作用。减重时需经过滑坡推力计算，求出沿各滑动面的推力，才能判断各段滑体的稳定性。如减重不当，不但不能稳定滑坡，还会加剧滑坡的发展。

（2）滑坡前部加载。即在滑坡前部或滑坡剪出口附近填方压脚，以增大滑坡抗滑段的抗滑能力。采用本措施的前提条件是滑坡前缘必须有抗滑地段

存在。与减重一样，滑坡前部加载也要经过精确计算才能达到稳定滑坡的目的。

3. 抗滑挡土墙

抗滑挡土墙工程破坏山体平衡小，稳定滑坡收效快，是滑坡整治中经常采用的一种有效措施。对于中小型滑坡可以单独采用，对于大型复杂滑坡，抗滑挡土墙可作为综合措施的一部分。设置抗滑挡土墙时必须弄清滑坡滑动范围、滑动面层数及位置，推力方向及大小等，并要查清挡墙基底的情况，否则会造成挡墙变形，甚至使挡墙随滑坡滑动，造成工程失效。

抗滑挡墙按其受力条件、墙体材料及结构可分为浆砌石抗滑挡墙、混凝土抗滑挡墙、实体抗滑挡墙、装配式抗滑挡墙和桩板式抗滑挡墙等类型。

4. 抗滑桩

抗滑桩是以桩作为抵抗滑坡滑动的工程。抗滑桩是在滑体和滑床间打入若干大尺寸锚固桩并使两者成为一体，从而起到抗滑作用，所以又称锚固桩。桩的材料有木桩、钢板桩、钢筋混凝土桩等。近年来，抗滑桩已成为滑坡整治的一种关键工程措施，并取得了良好的效果。

抗滑桩的布置取决于滑体的形态和规模，特别是滑面位置及滑坡推力大小等因素，通常按需要布置成一排和数排。我国铁路部门多采用钢筋混凝土的挖孔桩，截面多为方形或矩形，其尺寸取决于滑坡推力和施工条件。

5. 护坡工程

护坡工程主要是指对滑坡坡面的加固处理，目的是防止地表水冲刷和渗入坡体。对于黄土和膨胀土滑坡，坡面加固护理较为有效。具体方法有混凝土方格骨架护坡和浆砌片石护坡。在混凝土方格骨架护坡的方格内铺种草皮，不仅能达到绿化效果，更可起到防冲刷作用。

6. 绕避

绕避属于预防措施而非治理措施。对于大型滑坡或滑坡群的防治，由于工程难度大，防治工程造价高，工期长，有时不得不采取绕避的方式来预防滑坡灾害。对于线路绕避，有时也要修建工程以便线路通过，或在滑床下以隧道通过，或在滑坡前缘外以旱桥通过，也可以跨河将线路移到基岩较稳定地段。

7. 其他措施

针对滑带土的不良工程性质，通过提高滑带土强度的方法防止滑坡滑动，这种方法包括钻孔爆破、焙烧、化学加固和电渗排水等。从理论上来说，这些方法是可行的，但由于技术和经济方面的原因，在实践中还很少应用。

滑坡作为一种常见地质灾害，其产生的地质条件、影响因素、运动机理复杂多变，预测预报困难，治理费用昂贵，一直是世界各国研究的重要地质工程问题之一。近 20 年来，特别是开展“国际减灾十年活动”以来，国际上

研究和防治滑坡灾害空前活跃，防治工程措施也在不断完善和发展。如地下排水工程开始大量采用平孔排水和虹吸排水，支挡工程发展为大直径抗滑桩、锚索、锚索抗滑桩、微型桩群、全埋式抗滑桩、悬臂式抗滑桩和土钉墙等，这些治理效果好、工程费用合理的新技术措施得到了广泛的应用。

总之，在崩塌和滑坡的防治过程中，各种治理工程措施往往综合采用，以求达到标本兼治的目的。

## 第二节　泥石流防治措施

### 一、防治目的

根据泥石流的发生条件、性质、发展趋势和治理需要，从全局的角度采取切实可行的、相互关联的工程措施、生物措施、预警措施和有效的行政管理措施等，对泥石流流域或区域统一规划，并根据国家及地方经济实力按轻、重、缓、急安排实施，以达到控制泥石流发生和发展，减轻或消除对被防护目标危害的目的，使治理流域恢复或建立新的良性生态平衡，改善人类生存环境。

### 二、防治原则

（一）根据泥石流的发生条件、活动特点及危害状况，全流域统一规划，针对重点，因害设防。

（二）以防为主，防治结合，分阶段实施，近期防灾，远期逐步根治。

（三）因地制宜，讲求实效，以技术成熟、经济节省的中小型工程为主。

（四）以社会和环境效益为主，坚持走开发性治理的路子，发挥最大的经济效益。

### 三、防治方案

#### （一）以抑制泥石流发生为主的方案

采取蓄、引水工程，植树造林等控制形成泥石流的水源和松散固体物质的聚积和启动。以行政管理、法规措施消除激发泥石流的人为因素，从而抑制泥石流的发生。

#### （二）以疏导泥石流过境为主的方案

采取拦挡、排导、疏浚等河道改造工程，调节泥石流流量，削减龙头能量、促使泥石流分流或解体，从而控制通过保护区河道的泥石流流量、流速，

使其顺利过境而不至危及两岸保护目标的安全。

**（三）以避让泥石流危害为主的方案**

在泥石流发生前采取预防措施，发生过程中采取警报措施，并对危害区内保护对象采取临时加固、撤离等措施，使泥石流过境时灾害损失减至最低。

**（四）综合防治方案**

针对被保护目标的性质和重要性，采取工程、生物、预警、行政等综合措施对泥石流进行抑制、疏导、局部避让等，以求达到最佳治理效果并节省投资（表 5–3）。

**表 5–3　泥石流防治措施一览表**

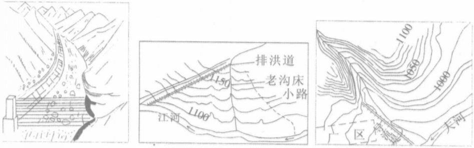
| 措施 | 工程 | 工程项目 | 防治作用 |
|---|---|---|---|
| 工程措施 | 治水工程 | 蓄水工程<br>引水工程<br>截水工程<br>控制冰雪融化工程 | 调蓄洪水，避免或减缓洪峰；<br>引、排洪水，减缓、控制、泄洪量；<br>拦截上方滑坡或水土流失地段径流；<br>人为促使冰雪提前融化，控制避免大量冰雪提前融化，加固或预先铲除冰碛堤 |
| | 治泥工程 | 拦坝、谷坊工程<br>挡墙工程<br>护坡、护岸工程<br>削坡工程<br>潜坝工程 | 拦蓄泥沙、稳固滑坡、节节拦蓄、减缓沟底坡度；<br>稳固滑坡、崩塌体，拦蓄泥沙；<br>加固边坡、岸坡，增强坡体抗滑抗流能力；<br>降低坡角，削弱泥石流侵蚀力；<br>稳固沟床，防止泥石流下切 |
| | 排导工程 | 导流堤工程<br>顺水坝工程<br>排导沟工程<br>导槽工程<br>明硐工程<br>改沟工程 | 排导泥石流，防止泥石流冲淤；<br>调整导流向，排泄泥石流；<br>排泄泥石流，防止泥石流漫溢；<br>在道路上方或下方筑槽排泄泥石流；<br>以明硐形式排泄泥石流；<br>将泥石流沟口改至相邻沟道 |
| | 拦蓄工程 | 蓄淤场工程<br>拦泥库工程 | 利用开阔低洼地，蓄积泥石流；<br>利用平坦谷地，蓄积泥石流 |
| | 农田工程 | 水田改旱地工程<br>渠道防渗工程<br>坡地改梯田工程<br>田间排水、截水工程<br>夯实地面裂缝、田边筑埂工程 | 减少水渗透量，防止山体滑坡；<br>防止渠水渗漏，稳定边坡；<br>防止坡面侵蚀和水土流失；<br>排导坡面径流，防止侵蚀；<br>防止水下渗，拦截泥沙，稳定边坡 |

续表

| 措施 | 工程 | 工程项目 | 防治作用 |
|---|---|---|---|
| 生物措施 | 林业工程 | 水源涵养林 | 改良土壤，削减径流； |
| | | 水土保持林 | 保水保土，减少水土流失； |
| | | 护床防冲林 | 保护沟床，防止冲刷、下切； |
| | | 护堤固滩林 | 加固河堤，保护滩地，防风固沙 |
| | 农业工程 | 梯田耕作 | 水土保持，减少水土流失； |
| | | 立体种植 | 扩大植被覆盖率，截持降雨，减少地表径流； |
| | | 免耕种植 | 促使雨水快速渗透，减少土壤侵蚀； |
| | | 选择作物 | 选择保水保土作物，减少水土流失 |
| | 牧业工程 | 适度放牧 | 保持牧草覆盖率，减少水土流失； |
| | | 圈　养 | 护养草场，减轻水土流失； |
| | | 分区轮牧 | 防止草场退化和水土保持能力降低； |
| | | 改良牧草 | 提高产草率，增加植被覆盖面积，减轻水土流失； |
| | | 选择保水保土牧草 | 提高保水保土能力，削减土壤侵蚀 |

## 四、工程措施

通过在泥石流沟域兴建不同结构形式的工程建筑物，对形成泥石流的水源进行调节和分流，对形成泥石流的固体物源（滑坡、崩塌、剥落、水土流失等地带）进行稳固，对泥石流在沟道中的运动进行控制和消能（图 5–4）。




a. 格栅坝　　b. 排洪道　　c. 导流堤

**图 5–4　泥石流主要工程防治措施示意图**

### （一）蓄引水工程

在泥石流形成区依照地形地质条件修建一系列的塘、池、坑、中小型水库蓄集地表径流，减少沟道洪水流量。将拦蓄洪水通过引排水渠、涵洞等引出泥石流沟域排泄，或作为农田灌溉用水。

**（二）固坡工程**

在泥石流沟域松散固体物质分布区，如滑坡、崩塌分布密集的沟谷段，修建梯级谷坊工程，利用系列坝逐级回淤稳固滑坡脚，同时调节沟道纵比降以削减泥石流能量。对泥石流补给集中且量大的大滑坡、崩塌等，如确有必要可采取挡土、排水等专项工程治理。对以片蚀为主的荒坡等分散物源，采用农林措施固坡。

**（三）拦挡工程**

在泥石流流经的沟道上，利用峡谷、窄口等形成的具有一定库容的地形修建拦砂坝，拦截泥石流携带的固体物质，过滤大颗粒物质，以减少泥石流对下游防护工程的撞击、磨蚀，增加下游工程的安全度。坝体可采用浆砌石坝、混凝土坝等实体坝或格栅坝。对冲击力大的泥石流，宜采用柔性结构格栅坝（如 SNS 钢绳网坝）。实体坝高不宜超过 30m，格栅坝坝高不宜超过 20m。坝址尽可能向上游布置，距离城市等重要防护目标应大于 5km。靠近城市的坝，坝高应低些，远离城市的坝，坝高可高些。拦砂坝总库容应大于五年内泥石流输出固体物质量的总和。

**（四）停淤工程**

在泥石流出山口冲积扇等地形较宽缓处，可修建停淤场用于调节泥石流流量，不能用作永久拦砂场。必须适时清淤，以确保有足够的调节库容。停淤场主要用防护堤、导流堤、桩林等建筑物来引导泥石流分解停淤。

**（五）排导工程**

在泥石流通过城市等重要保护目标区河道段，加高加固两岸河道，减小河道弯度，疏掏拓宽河道，设置潜坝防止河床下切等，以利于泥石流安全通过，输入到下游河道中。对跨河建筑物进行改造留足排洪断面，也可建急流槽使泥石流快速通过跨河建筑物，而不致发生阻塞。

## 五、生物措施

（一）生物措施是利用农业、林牧业技术，对沟域内泥石流的产生提供大量固体物质（土壤、石块）的陡坡耕地、荒地、荒坡，进行人工改造，以控制其面蚀作用和水土流失强度，减少泥石流的固体物质来源。同时也起到调节或削减地表径流的作用，阻滞在沟道中形成大的洪峰，从而抑制泥石流的产生和发展。

（二）农业上重点是对沟域坡度小于 25°的成片缓坡耕地，在退耕还林、还草困难较大时，采取改田改土，如修建水平梯田（地）、等高线水平截水沟（渠）、鱼鳞坑、蓄水塘等工程，截引地表径流，增大入渗量，减小土壤侵蚀强度。

（三）林牧业方面以营造水源涵养林、防护林和经济林为主。在泥石流主要物源区的荒坡、滑坡区采用速生、易成活、抗病虫害的针、阔叶林混交营造水源涵养林，覆盖率应在80%以上。在沟岸、塘（库）岸、道路和田坝边营造防护林。在面蚀作用较轻的荒坡营造经济林进行开发性造林。现有林地要封山育林。造林应采用飞播、人工插播、营养袋等先进技术，以确保造林成活率在85%以上。

## 六、管理措施

（一）通过制定政策、法规、民约等，并认真贯彻执行，使触发泥石流形成的人为因素被控制和消除。

（二）在行政区调整规划时，建议有关部门尽可能将泥石流沟域完整划归受灾城市直辖，为泥石流沟域综合治理创造条件。

（三）泥石流防治涉及不同利益的部门较多，实施中资金来源渠道不一，施工点分散，工期较长，工种较多，必须建立一个强有力的防治指挥机构。由地方政府主管领导负责，城市规划、河道管理、防洪、农业、林业、水利和国土资源等有关部门参与的应急指挥部。按防治总体规划方案具体组织实施。

（四）大力宣传和普及泥石流防治知识，消除干部群众对泥石流灾害的恐惧和误解，调动广大群众参与治理的积极性。

（五）对可供开发利用的荒山、荒坡、荒沟、荒滩和水面等进行承包治理。实施“三统三分”双层经营制，即统一规划、统一组织、统一服务；分层投资，分户管理，收益分成。实行谁开发谁所有，承包关系长期不变。

（六）强化流域矿产资源管理，坚持“在开发中保护，在保护中开发”的原则，严格执行矿山建设中“三同时”制度，最大限度地减少矿业开发活动对土地和生态环境的破坏。

（七）采取国家财政补助，“以借代助、以息代助、以物代助、以奖代助”；地方政府和有关业务部门配套，受益单位和群众集资入股等多渠道筹集资金的方式。使投资形成良性循环，不断增加治理投入。

（八）治理是基础，管护是关键。加强人工林、草地和工程设施的管护，经常检查、维修和保护，确保原有防护效益，巩固治理成果。

# 第三节　地面塌陷防治措施

## 一、指导思想

（一）地面塌陷防治工作是一个系统工程。一方面它包括勘查评价和预测，监测预报、预警及防治工程等三个环节，环环相扣，组成一个完整的防治工作体系；另一方面各项防治工程应互相配合，有机联系，组成一个完整的防治工程体系。

（二）防治工程应统一规划，针对病根，有的放矢。一方面要避免盲目治理，贪大求全；另一方面又要防止单打一，简单从事。

（三）以防为主，防治结合，综合治理。

（四）防治工作涉及防治工程措施、监测预报预警措施、抢险措施、行政管理措施及监督措施等诸方面。应从全局角度妥善部署，使之形成高效的有机整体。

（五）防治工程措施要求务实与创新相结合，既要因地制宜，讲求实效，又要大胆创新，勇于实践，采用新技术、新方法，提高防治工程的技术水平。

## 二、防治规划

地面塌陷的防治应在勘查成果的基础上，制订统一的防治规划，按其轻重缓急，逐步实施，以取得最佳的效果。

### （一）地面塌陷防治规划的依据

地面塌陷的形成模式包括塌陷的成因、形成条件和形成机理的主导效应等三个因素，这是塌陷的“病根”，也是应防治的对象。

通过地面塌陷评价预测分区，了解地面塌陷可能发生发展的地段及其危险程度，从而估计其危害性和防治的迫切性，确定防治的部位及部署。

要把握当地经济与工程建设的现状及其发展规划，一方面，从中了解当地对塌陷防治的需要及其程度；另一方面，也从中了解人为动力因素在今后的变化及其对地质环境的影响，以便更好地预测塌陷的发展趋势，使塌陷防治更能满足资源开发和环境保护的需要。

### （二）地面塌陷防治规划的主要内容

1. 地面塌陷的防治方案及其可行性论证。
2. 地面塌陷的监测预报及预警系统。
3. 地面塌陷的预防措施。
4. 地面塌陷的治理措施。

5. 地面塌陷防治工程的部署及其实施步骤与要求。

6. 地面塌陷防治工程的管理与质量监督。

## 三、地面塌陷的预防

地面塌陷的预防应针对不同的塌陷形成模式和不同的工程类型，分别采取不同的措施。

### （一）城市及工业民用建筑地区的塌陷预防

1. 工程建筑区的总体布置应使主要建筑物避开已有的土洞、塌陷地段，并尽量避开极易塌陷的危险区。

2. 对可能塌陷的地段，做好地表排水设施，防止渗漏，对具有化学侵蚀性的污水，应在严格处理后排放，以免腐蚀排水设施而渗漏。

3. 对城市及建筑区的抽水井（孔），应统一严格管理，以地下水管理模型宏观控制地下水位，按优化采水方案和临界水位控制井（孔）距、抽水量和降深以及抽水井（孔）段。

4. 对塌陷危险区的建筑物结构，应采取防塌设计。防塌尺寸可根据当地已塌坑的优势尺寸并考虑土层厚度影响加以修正。

5. 对塌陷危险区已有的重要建筑物，若地基无可靠的防塌性能时，可采取防塌的预处理措施。一般常用的方法是在建筑物地基的薄弱地段，采取钻孔灌浆或旋喷桩加固处理。

### （二）供水源地的塌陷预防

建立地下水的管理模型，以塌陷作为约束条件，提出最优的采水方案，包括以下措施。

1. 控制抽水井（孔）布局，使井（孔）距合理化。

2. 以临界水位控制抽水量和降深。

3. 控制抽水层位和井（孔）段深度，应封浅采深。

4. 设置合理的井（孔）管过滤器，防止或减少水流携带砂土颗粒进入井（孔）内，导致土体流失而塌陷。

5. 制定合理的抽水制度，减少水位波动的频率和变幅。如尽量避免时抽时停，使水位剧烈波动；水位降深要由小到大，缓慢下降，避免一次性大降深抽水。

### （三）疏排水矿区塌陷的预防

疏排水矿区的塌陷预防，关键是解决矿坑疏干排水强度、井下突水和地表水倒灌问题。

1. 临界水力坡降控制疏排水强度，避免强排疏干，以防止地下水位突然大幅度下降，出现大的水力坡降。应采取缓排稳排方法，使水位缓慢下降，

降落漏斗缓慢扩展，使其水力坡降控制在临界范围内。

2. 对于井巷的采掘，应采取超前探水与掌子面封堵出水点的措施，防止突水；对于突水点，应采用封堵突水点的办法，并安设带闸门导管，化突水为人工控制放水。

3. 对地表河流可能塌陷倒灌的地段，应根据具体情况，采取混凝土铺底，填堵塌陷坑、落水洞，围截塌陷坑、落水洞或改河道等措施。

4. 在地下水主要径流方向上，选择较狭窄的过水断面，设置灌浆帷幕截断地下水，既可减少疏排水量，又可把疏干降落漏斗限制在小范围内，避免或减少大范围的塌陷。以上措施也适用于交通隧洞、人防工程等地下工程建筑的塌陷预防。

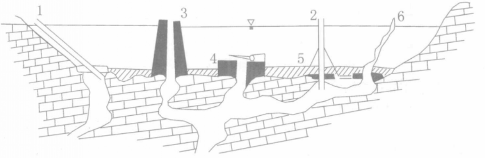
### （四）水库塌陷的预防

水库塌陷的预防主要是解决库水渗漏和岩溶管道水气压力变化引起塌陷的问题。

1. 坝前及库底人工铺盖，可防止或减少库底裂隙性渗漏，可防止或减缓塌陷的产生，但对于存在管道性渗漏的库底则无效。

2. 对库区内的落水洞或塌陷漏斗进行围截或填堵。前者效果较好，但有时工程量过大；后者易受其下岩溶管道水气压力的活动而破坏失效，应与通气调压措施配合使用。

3. 对库内的岩溶管道系统设置通气调压装置（图 5–5），可防止塌陷的发育。




1、2–通气管；3–调压井；4–闭闸门；5–天然粘土覆盖层；6–通气软管

图 5–5 防治冲爆塌陷示意图

4. 对于有渗漏现象的坝基，在长期的渗透潜蚀作用下可能产生坝基塌陷造成毁坝的严重事故，应采取帷幕灌浆以阻止渗漏。对于坝基基岩接触面上的溶沟、溶槽未作彻底处理而产生渗漏时，应在上游面沿坝基开挖清理作截水墙，并沿基岩接触面作固结灌浆。

### （五）交通干线（铁路、高等级公路等）的塌陷预防

1. 在可能塌陷的地段，设置完善的地面排水系统，以避免在其附近产生地表水的强烈渗漏，引起塌陷。

2. 在可能塌陷地段的两侧一定范围内设置防护带，禁止人工抽、排水活动。防护带的范围应根据当地的岩溶水文地质条件和抽、排水点的具体情况确定，以地下水人工流场的变化不致引起塌陷为原则。一般可参考下式：

$$L=\alpha S \text{ 或 } L=\beta R \tag{4-1}$$

式中，$L$——防护带宽度（m）

$\alpha$——系数，根据统计，一般 30~80，可根据含水层岩溶发育程度或渗透系数取值， 并需根据当地的实际资料修正

$S$——水位降深（m）

$\beta$——系数，一般 0.5~0.7，与含水层岩溶发育程度或渗透系数有关

$R$——抽、排水降落漏斗半径（m）

3. 对通过有塌陷危险的地段，可采用钻孔注浆加固结合地面排水的预处理措施。其主要经验如下。

（1） 注浆深度：对溶隙、溶蚀破碎带在基岩面以下 5m；对溶洞 10~15m。

（2） 注浆孔距 5m。

（3） 注浆压力：基岩 0.3~0.4MPa，不小于 0.3MPa；土层 0.1~0.2MPa，不小于 0.1MPa。

## 四、地面塌陷的治理

### （一）地面塌陷治理的原则

1. 对于土洞和塌陷，除已充分论证其确属稳定不再发展的以外，都需要进行治理，未经治理的不能作为建筑物天然地基。

2. 治理措施应针对“病根”，因地制宜。如由于岩溶地下水位升降波动引起的塌陷，一般应阻截地下水流通道；对于表水渗漏引起的塌陷，应注意完善地表排水系统，防止地表水渗漏等。

3. 由于地面塌陷影响因素很多，且主次因素在条件变化时可以转化。因此，一般应采取综合治理措施，如填堵结合灌浆、灌浆结合排水等，以符合既经济又可靠的原则。

4. 在治理阶段，应结合监测工作进行，以验证治理措施的效果，以便发现问题及时补救。

### （二）地面塌陷的治理措施

1. 清除填堵法

常用于塌坑较浅或浅埋的土洞，首先清除其中的松土，填入块石、碎石，做成反滤层，然后上覆粘土夯实。对于重要建筑物，一般需要将坑底或洞底与基岩面的通道堵塞，可开挖回填混凝土或设置钢筋混凝土板，也可灌浆处理。

2. 跨越法

由于塌陷坑或土洞较深大，开挖回填有困难的，一般以梁板跨越，两端支承在可靠的岩、土体上。据广西的经验，每边支承长度不小于1.0~1.5m。

3. 强夯法

把10~20t的夯锤起吊到一定高度（0~40m），让其自由下落，造成强烈的冲击对土体强力夯实。一方面是夯实塌陷后松软的土层和塌陷坑或土洞内的回填土，以提高土体强度；另一方面可消除隐伏土洞和软弱带，是一种处理结合预防的措施。Christain（1984）的试验：锤重15t，落距20m，将影响到地表下8~9m的深度。

4. 灌注法

把灌注材料通过钻孔或岩溶洞口进行注浆，其目的是强化土层或洞穴充填物，充填岩溶洞隙，隔断地下水流通道，加固建筑物地基。灌注材料主要是水泥、碎料（砂、矿渣等）和速凝剂（水玻璃、氧化钙）。水泥标号应大于450号。灌浆方式可采用低压间歇定量式或循环式灌注，目的是减少浆液流失，间歇时间可控制在7~8h。

5. 深基础法

对于一些深度较大，跨越结构无能为力的土洞、塌陷，通常采用桩基，将荷载传递到基岩上。

6. 旋喷加固法

在浅部用旋喷桩形成一“硬壳层”，在其上再设置筏板基础。“硬壳层”厚度根据具体地质条件和建筑物的设计而定，一般可达10~20m。

7. 地表水的疏、排、围、改治理

在土洞、塌陷的治理阶段，对地表水的治理不能忽视或放松，应在预防措施的基础上进一步完善。

8. 平衡地下水、气压力法

随着水位的升降，岩溶空腔中的水气压力产生变化，常在岩溶水库库区出现气爆或冲爆塌陷，使库水大量漏失。因此，对水库塌陷的治理，必须在查明地下岩溶通道的情况下，设置各种岩溶管道的通气调压装置，平衡其水、气压力，以消除其作用。

## 第四节　地面沉降防治措施

### 一、地面沉降调查

#### （一）地面沉降原因调查

调查内容包括三个方面，即场地工程地质条件、场地地下水埋藏条件和地下水变化动态。

国内外地面沉降的实例表明，发生地面沉降地区的共同特点是它们都位于厚度较大的松散堆积物，主要是第四纪堆积物之上。沉降的部位几乎无例外地都在较细的砂土和粘性土互层之上。当含水层上部的粘性土厚度较大、性质松软时，更易造成较大沉降。因此，在调查地面沉降原因时，应首先查明场地的沉积环境和年代，清楚冲积、湖积或浅海相沉积平原或盆地中第四纪松散堆积物的岩性、厚度和埋藏条件。特别要查明硬土层和软弱压缩层的分布。根据这些地层单元体的空间组合，划分出不同地面沉降地质结构区。例如，上海地区按照三个软粘土压缩层和暗绿色硬粘土层的空间组合，分成四个不同的地面沉降地质结构区，其产生地面沉降的效应也不一样。

从岩土工程角度研究地面沉降，应着重研究地表下一定深度内压缩层的变形机理及其过程。国内外已有研究成果表明，地面沉降机制与产生沉降土层的地质成因、固结历史、固结状态、孔隙水的赋存形式及其释水机理等有密切关系。

抽吸地下水引起水位或水压下降，使上覆土层有效自重压力增加，所产生的附加荷载使土层固结，是产生地面沉降的主要原因。因此，对场地地下水埋藏条件和历年来地下水变化动态进行调查分析，对于研究地面沉降来说是至关重要的。

#### （二）地面沉降现状调查

调查内容主要包括下列三方面：地面沉降量的观测、地下水的观测以及对地面沉降范围内已有建筑物的调查。

地面沉降量的观测是以高精度的水准测量为基础的。由于地面沉降的发展和变化一般都较缓慢，用常规水准测量方法已满足不了精度要求。因此，地面沉降观测应满足专门的水准测量精度要求。

进行地面沉降水准测量时一般需要设置三种标点：一是基岩标，也称背景标，设置在地面沉降所不能影响的范围，作为衡量地面沉降基准的标点；二是地面沉降标，用于观测地面升降的地面水准点；三是分层沉降标，用于观测某一深度处土层的沉降幅度的观测标。

地面沉降水准测量的方法和要求应按现行国家标准《国家一二等水准测量规范》（GB12897）规定执行。一般在沉降速率大时可用二等精度水准，缓慢时要用一等精度水准。

对已发生地面沉降的地区进行调查研究，其成果可综合反映到以地面沉降为主要特征的专门环境地质分区图上，从该图可以看出地下水开采量、回灌量、水位变化、地质结构与地面沉降的关系。

对已发生地面沉降的地区，控制地面沉降的基本措施是进行地下水资源管理。我国上海市首先进行了各种措施的试验研究，先后采取了压缩用水量、人工补给地下水和调整地下水开采层次等综合措施，在上海市区取得了基本控制地面沉降的成效。在这三种主要措施中，压缩地下水开采量，使地下水位恢复是控制地面沉降的最主要措施，这些措施的综合利用已为条件与上海类似的国内其他地区所采用。

向地下水进行人工补给灌注时，要严格控制回灌水源的水质标准，以防止地下水被污染，并要根据地下水动态和地面沉降规律，制定合理的采灌方案。

可能发生地面沉降的地区，一般是指具有以下情况的地区：具有产生地面沉降的地质环境模式，如冲积平原、三角洲平原、断陷盆地等；具有产生地面沉降的地质结构，即第四纪松散堆积层厚度很大；据已有地面测量和建筑物观测资料，随着地下水的进一步开采，已有发生地面沉降趋势的地区。

对可能发生地面沉降的地区，主要是预测地面沉降的发展趋势，即预测地面沉降量和沉降过程。国内外有不少资料对地面沉降提供了多种计算方法，归纳起来大致有理论计算方法、半理论半经验方法和经验方法等三种。由于地面沉降区地质条件和各种边界条件的复杂性，采用半理论半经验方法或经验方法，经实践证明是较简单实用的计算方法。

## 二、地面沉降监测

地面沉降监测是地面沉降防治的基本措施之一，通常采用的地面沉降监测方法有如下几种。

（一）在地面沉降区或研究区内布设水准测量点，定期进行测量，监测地面沉降的变形。

（二）监测含水层地下水的抽排量、回灌量及地下水位的变化，观测地面沉降。

（三）用室内试验（常规试验、微观结构研究、高压固结、三轴剪切、长期流变、孔隙水压力消散、室内模型试验等）和野外试验（抽水试验、回灌试验、静力触探等），探索地面沉降发生、发展规律，并运用试验取得的数据

进行经验性、理论性预测。

（四）在地面沉降区及附近，设立相对沉降、孔隙水压力和基岩等标志，监测各岩土层和含水层的变形及地下水位动态变化。

## 三、地面沉降的防治措施

大量实践表明，限制地下水开采或向含水层人工注水，可以控制或减缓地面沉降，表明地表沉降具有可控制性。地面沉降的控制与防治主要措施如下：

（一）加强宣传，不断提高全民防灾减灾意识，依法管理和合理开发利用地下水资源。

（二）限制或减少地下水开采量，采取节水措施或提高水资源重复利用率，实行一水多用，充分综合利用地下水资源。

（三）采用地表水人工补给地下水。

（四）调整地下水开采层次和合理支配开采时间，有效控制地面沉降。

# 第六章

# 地质灾害应急管理

地质灾害应急管理是指为应对突发性地质灾害而采取的灾前应急准备、临灾应急防范措施和灾后应急救援等应急反应行动。地质灾害应急管理是地质灾害防治工作中的一项重要内容。

## 第一节　地质灾害应急管理组织机构

地质灾害应急管理组织机构为地质灾害防治工作领导小组。广东省政府于 2003 年 9 月 1 日，以粤办函［2003］308 号文批准成立了由分管副省长为组长、省政府副秘书长、省国土资源厅厅长、省委宣传部副部长为副组长，有关部门领导为成员的广东省地质灾害防治工作领导小组。21 个地级以上市成立了以分管副市长为组长的地质灾害防治工作领导小组，63 个山区丘陵县（市）也相应成立了领导机构。2003 年 5 月，省、市、县（市、区）国土资源主管部门，先后成立了由主管领导担任指挥长的汛期地质灾害防治应急指挥系统。

## 第二节　地质灾害应急管理原则

### 一、统一指挥、属地管理、条块结合

在省地质灾害防治工作领导小组的统一指挥下，各市、县（市、区）负责对本行政区域内突发性地质灾害的处置，国土资源、水利、交通、建设、

旅游、教育、农业、林业等行政主管部门按照各自的职责负责有关的地质灾害防治工作。当发生突发性地质灾害时，应充分利用和发挥现有防灾减灾资源的作用，对已有各类应急管理指挥机构、人员、设备、物资、信息、工作方式进行资源整合，保证全省地质灾害防治工作的统一指挥和调度。

### 二、以人为本、预防为主

在处理地质灾害突发事件时，应以人的生命安全为第一保护对象，应把消极被动的应急避灾转变为积极主动的防灾减灾。从灾害的发生开始，就要采取各种预防措施，有效预防地质灾害的发生，尽可能地减轻地质灾害造成的人员伤亡和财产损失。

### 三、依法管理、分级负责

严格执行国家和省有关法律法规，根据地质灾害的实际情况，将地质灾害分为四个等级进行预警，实施分级控制。发生不同等级的地质灾害时，启动相应级别的组织领导体系和工作方案。

当本地区发生或可能发生一般级（小型）的地质灾害，启动县级突发性地质灾害应急预案；较大级（中型）的地质灾害，同时启动市、县二级突发性地质灾害应急预案；重大级以上（大型或特大型）的地质灾害，启动省、市、县三级突发性地质灾害应急预案。同时按照有关程序和要求向上级主管部门速报，在处置过程中，应及时报告处置工作进展情况，直至处置工作结束。

## 第三节　地质灾害应急准备

### 一、地质灾害应急状态的划分

广东省全年地质灾害应急准备按照时段和地质灾害突发事件划分为四种状态，并做好应急准备和应急反应（表 6–1）。

**表 6–1 地质灾害应急准备一览表**

| 地质灾害应急状态 | 级别颜色 | 时段或地质灾害突发事件 | 应急准备及主要应急反应 |
|---|---|---|---|
| Ⅳ级响应平时的正常待命状态 | 蓝 | 每年的 11 月~次年的 3 月底 | (1) 开展日常监测；<br>(2) 组织宣传培训；<br>(3) 编制年度防治方案；<br>(4) 维护应急反应设备 |
| Ⅲ级响应进入汛期的预警状态 | 黄 | (1) 每年的 4 月~10 月<br>(2) 地质灾害气象预报预警为 3 级 | (1) 地质灾害隐患点检查、巡查；<br>(2) 国土资源主管部门 24 小时值班；<br>(3) 各种应急反应设备进入待命；<br>(4) 群众监测网络及专业监测网加密监测 |
| Ⅱ级响应异常降雨的警戒状态 | 橙 | (1) 台风期间<br>(2) 连续降雨或暴雨间（需延长至雨后 3 日）<br>(3) 地质灾害气象预报预警为 4、5 级 | (1) 加强地质灾害隐患点检查、巡查；<br>(2) 县（市、区）通过电话、手机短信等向相关领导、人员送达地质灾害预警信息；<br>(3) 国土资源主管部门 24 小时办公室值班；<br>(4) 群众监测网络及专业监测网络进一步加密监测 |
| Ⅰ级响应灾害事件的应急状态 | 红 | (1) 出现明显地质灾害险情；<br>(2) 出现地质灾害期间 | (1) 发布临灾预警信号；<br>(2) 启动应急预案；<br>(3) 灾情速报；<br>(4) 派出应急分队、抢险救灾 |
| 备注：橙色（Ⅱ级）及红色（Ⅰ级）状态解除后，返回到相应的先前状态 | | | |

## 二、抢险救援人员的组织和准备

由于全省地质灾害多发生在山区农村，这些地方大多数交通、通讯条件较为不便，抢险救援力量、装备等较为薄弱。因此，当地人民政府、基层群众自治组织应首先在第一时间组织、动员基层民兵组织及受灾地村民抢险、自救，并根据地质灾害的实际情况，通过地质灾害防治领导小组请求当地驻军、武警部队等力量参与地质灾害抢险救灾。在地质灾害易发地区、危险区

（点），应开展地质灾害抢险救灾的基本知识培训，并进行训练演习。在临灾应急状态时，应组织有关人员值班管理，保证救援力量可随时投入抢险救灾应急工作之中。

### 三、救助资金、装备、物资的准备

根据国务院《地质灾害防治条例》和《广东省地质环境管理条例》的规定和要求，各地应将地质灾害防治资金列入年度工作计划和财政预算，确保地质灾害防治工作的需要。目前全省已将地质灾害防治工作纳入防汛抗旱的重要内容，各级政府在防灾物质准备上应予以统筹考虑安排。地质灾害防治工作领导小组应协调各成员单位，制定灾前“生活必需品供应保障计划”、“应急物质保障计划”和“特种（化学、生物等）救援保障计划”、“地质灾害应急通讯保障计划”、“地质灾害交通保障计划”等，细化量化各种应急救助装备和物质。各级地质灾害防治工作指挥部和国土资源主管部门应配备专用的通讯设备、交通工具，以保证发生突发性地质灾害应急处置工作的需要。

## 第四节　地质灾害应急处置基本程序

发生各级别突发性地质灾害时，各地地质灾害防治工作领导小组应按照下列基本程序启动应急工作。

（一）识别危机，判断灾情

地质灾害防治工作领导小组在接到灾情预警或灾害报告后应高度重视，紧急会商，分析灾害的范围、程度、影响及发展趋势，决定是否组建地质灾害救灾现场指挥部及启动地质灾害应急预案，明确各部门职责，做好救灾的各项准备工作，并按照灾情速报制度的要求向上级主管部门报告灾情。

（二）紧急避让，控制灾情

在诸多问题中首先应保障人民群众的生命财产安全，组织避灾疏散，防止灾情扩大，组织干部群众进行自救互救，平息谣传或误解，保持社会安定。根据实际情况，决定是否对灾区实行特别管制措施，或向灾区派出工作组协助灾区政府进行地质灾害应急处置工作。

（三）布置应急监测

针对灾害的实际情况，布置应急的监测（群众监测和专业监测），对灾害的形成条件、引发因素进行调查，为排除险情、减轻灾情提供科学决策依据。

（四）按照应急预案各专业小组的职责，布置有关部门及救灾队伍的任务和采取有效应急措施。

（五）追踪灾情的发展及救灾措施贯彻落实的反馈信息，评估救灾措施的效果和质量、追踪决策，修正决策。

## 第五节　常见突发性地质灾害的应急躲避、监测

### 一、滑坡、崩塌

如果已经发现了滑坡、崩塌等一些可疑的临滑、临崩异常现象（即前兆），应该怎么办？为了证实可疑的前兆现象的真伪，也为了减轻可能带来的灾害，必须引起重视，并根据这些现象的发生程度立即采取以下应急措施。

（一）立即请有关专业技术人员或当地有经验的群众核实现象的真伪。

（二）拟定并实施应急措施（或计划）。包括加强管理滑坡区、崩塌区及其相连的河谷地带。比如酌情限制通行，迅速转告危险区的居民、单位及其对岸或上下游的居民、单位做好防灾、减灾准备。密切注视灾情的变化趋势。

（三）组织有关专家论证灾害发生的可能性及灾情的程度。

（四）建立观测站（网）进行动态监测，及时作出灾情预报。组成有政府、单位（村、乡、镇）、专家及当地群众参加的群测群防、群专结合的监测网。

（五）密切注视滑坡、崩塌灾害可能引发某些生命线工程（如水库、公路、铁路、发电厂、通讯设备、电台、渠道等）的次生灾害，甚至火灾、洪水、房屋倒塌等的可能性。

### 二、泥石流

当泥石流发生时，必须遵循泥石流的规律采取应急措施。泥石流与滑坡、崩塌不同之点就是流动。泥石流不仅本身能够流动，而且它有搬运能力，浮托能力还非常强大，远非流水所能比拟。比如四川省凉山州流沙河泥石流竟能将在河谷中洗衣服的老大娘搬运 1.3km，而安然无恙。说明它的浮托能力之强大。因此，可以说，泥石流类似洪水，又胜于洪水。据此特点，我们必须采取下列紧急措施。

（一）当处于泥石流区时，应迅速向泥石流沟两侧跑离，切记不能顺沟向上或向下跑动。一般粘性泥石流比稀性泥石流容易躲离并得生。前面所提的四川省的情况即为粘性泥石流中得生的典型实例。而当处于非泥石流区时，则应立即报告该泥石流沟下游可能波及（影响）的村、乡、镇、县或工矿企业单位，密切注视泥石流的变化及发展趋势。

（二）当地政府和有关主管部门应立即组织由政府、单位（村、乡、镇）、专家及当地群众参加的抢险救灾行动。

（三）拟定并实施应急措施（或计划）。包括加强管理泥石流沟及下游沟谷。比如酌情限制车辆和行人通行，组织危险区群众迅速撤离等。

（四）密切注视该泥石流灾害可能引发某些生命线工程（如水库、公路、发电厂、通讯设备、电台、渠道等）的次生灾害甚至第三次灾害。如火灾、洪水、交通中断、爆炸、房屋倒塌等。

（五）建立观测站（网）进行长期动态监测，掌握灾情的变化及发展趋势，并作出决断。特别要注意泥石流具有阵发性、间歇性等特点。

## 第六节　地质灾害管理的基本制度

### 一、地质灾害速报制度

#### （一）速报原则

情况准确、上报迅速、县为基础，续报完整。

#### （二）速报程序

1. 发生小型地质灾害，所在县人民政府和国土资源部门应及时向市级主管部门上报，并由县组织调查和作出应急处理。

2. 发生中型地质灾害，所在县人民政府和国土资源主管部门应于24小时内上报市主管部门，同时越级上报省级主管部门，由市里组织及时调查和作出应急处理，并将应急调查报告上报省主管部门。

3. 发生大型地质灾害，所在县人民政府和国土资源主管部门应于12小时内上报市主管部门，并同时越级上报省和国务院主管部门，由省组织及时调查和作出应急处理，并将最终形成的应急调查报告上报国务院主管部门。

4. 发生特大级地质灾害，所在县人民政府和国土资源主管部门应于6小时内上报市主管部门，并同时越级上报省和国务院主管部门，由国务院国土资源主管部门或委托省（自治区、直辖市）国土资源主管部门组织及时调查和作出应急处理。

#### （三）速报内容

1. 根据已获得的灾情信息，尽可能详细说明地质灾害发生的地点、时间、伤亡和失踪人数、地质灾害类型，灾害体的规模、可能的诱发因素、地质灾害成因和发展趋势等，同时提出主管部门所采取的对策和措施。

2. 地质灾害应急调查结束后，应及时提交地质灾害应急调查报告。报告

内容应包括以下内容。

①发生位置，包括行政区、县、镇、乡、村等；

②发生时间、伤亡人数；

③已造成的直接经济损失，可能间接的经济损失；

④地质灾害类型；

⑤地质灾害规模；

⑥地质灾害发生原因，包括地质条件和诱发因素（人为因素和自然因素）；

⑦发展趋势；

⑧已经采取的防范对策、措施；

⑨今后的防治工作建议。

3. 对于发现受地质灾害威胁人数超过 500 人，或潜在经济损失超过 1 亿元的严重地质灾害隐患点，各级国土资源主管部门接报后，要在 2 日内将险情和采取的应急防治措施上报国土资源部。

## 二、地质灾害监测预报和值班制度

（一）县级以上人民政府国土资源主管部门应当会同建设、水利、交通等部门加强对地质灾害险情的动态监测。地质灾害易发区县、乡、村应当加强地质灾害的群测群防工作，建立地质灾害监测网络，对基层监测人员进行相关的知识培训。

（二）地质灾害预报内容包括地质灾害可能发生的时间、地点、成灾范围和影响程度等。地质灾害预报由县级以上人民政府国土资源主管部门会同气象主管部门按有关程序发布。

（三）在地质灾害重点防范期内，各级国土资源主管部门应安排人员 24 小时值班，公布值班电话，值班人员应坚守岗位，接到地质灾害险情或灾情信息后，应及时按“速报制度”的要求报告。

## 三、地质灾害汛期巡查制度

建立汛期巡查制度的目的是为了加强汛期地质灾害监督管理，减少地质灾害所造成的损失。

（一）本制度所称的“汛期”是指每年 4 月 15 日至 10 月 15 日，“巡查”是指对已知地质灾害隐患点、危险点进行巡回检查。

（二）各级国土资源主管部门要按照地质灾害分级管理的要求，对本辖区内列入年度地质灾害防治方案的重要地质灾害隐患点、危险点进行巡查。

（三）在地质灾害重点防范期内，乡镇人民政府、基层群众自治组织应当

加强当地地质灾害险情巡回检查，发现险情及时处理和报告。

（四）汛期巡查采取定期和不定期相结合的方式进行。

（五）汛期巡查中发现新增地质灾害隐患点应及时启动调查程序进行应急调查，制定新增隐患点应急预案。

（六）巡查内容：应急预案制定和落实情况、监测人员及预警信号、值班制度执行情况、紧急避险路线及避险组织人员、交通通讯系统建设情况、隐患点发展趋势等。

（七）巡查中发现问题应及时处理。

## 四、地质灾害汛前核查制度

为了掌握本行政区内地质灾害隐患的分布、发生、发展规律以及地质灾害新增和治理情况的变化，必须坚持汛前核查制度，编制年度地质灾害防治方案。

（一）本制度所称的“汛前”是指每年 4 月 15 日前；本制度所称的“汛前核查”，是指汛前对本行政区内地质灾害隐患的分布、类型、规模、危险程度、危害性以及动态变化情况等进行核查。

（二）市、县（市、区）国土资源主管部门应于汛前完成地质灾害核查，并将核查结果上报省国土资源主管部门。

（三）根据汛前核查情况，结合上一年度地质灾害现状和气象部门对下一年度气候趋势预测，对汛期地质灾害发生发展进行趋势分析，编制年度地质灾害防治方案。

（四）拟定年度地质灾害防治方案，应按照国务院《地质灾害防治条例》的要求，报本级人民政府批准后公布。

## 五、地质灾害险情明白卡制度

为了掌握地质灾害隐患点的分布、发生和发展规律，把地质灾害监测预报预防制度落到实处，明确相关人员的地质灾害监测预防预报责任人，必须建立并执行地质灾害险情明白卡制度。

地质灾害险情明白卡应该包括灾害名称，灾害行政区和地理位置，灾害类型、规模、诱发因素、威胁对象、威胁范围、监测方法、防治措施、应急措施，灾情速报责任人、联系单位（市、县（市、区）、乡（镇）、村）、联系人、联系电话、监测人等。

## 六、地质灾害危险性评估制度

地质灾害危险性评估是对工程建设可能诱发、加剧地质灾害和工程建设

本身可能遭受地质灾害危害程度的估量。国务院《地质灾害防治条例》第二十一条规定："在地质灾害易发区内进行工程建设应当在可行性研究阶段进行地质灾害危险性评估，并将评估结果作为可行性研究报告的组成部分；可行性研究报告未包含地质灾害危险性评估结果的，不得批准其可行性研究报告。

编制地质灾害易发区内的城市总体规划、村庄和集镇规划时，应当对规划区进行地质灾害危险性评估。"

国务院《地质灾害防治条例》第二十二条规定："国家对从事地质灾害危险性评估的单位实行资质管理制度……"

## 七、地质灾害调查与地质灾害防治规划制度

（一）国务院《地质灾害防治条例》第十条规定："县级以上人民政府国土资源主管部门会同同级建设、水利、铁路、交通等部门，结合地质环境状况组织开展本行政区域的地质灾害调查"。地质灾害调查是为了解地质灾害基本情况、分布规律和发展趋势而进行的野外工作。其内容主要包括：地质灾害的位置、类型、规模、地质条件和发展趋势、影响范围、可能造成的人员伤亡、经济损失和防治工作建议等。地质灾害调查是制定地质灾害防治规划开展地质灾害易发区和危险区区划、编制防治方案、实行监测预报、组织治理等所必需的前期工作，对地质灾害防治管理具有非常重要的意义。

地质灾害调查按照调查性质可分为基础调查和应急调查。基础调查是针对区域的常规调查，目的是了解区域地质灾害的基本情况、分布规律等；应急调查是针对将要发生或已发生灾害点的专门调查，目的是针对具体灾害点提出具体的避让和防治措施。

（二）国务院《地质灾害防治条例》第十一条规定："县级以上人民政府国土资源主管部门会同同级建设、水利、铁路、交通等部门，依据本行政区域的地质灾害调查结果和上一级地质灾害防治规划，编制本行政区域的地质灾害防治规划，经专家论证后报本级人民政府批准公布，并报上一级人民政府国土资源主管部门备案"。地质灾害防治规划的内容，包括地质灾害现状和发展趋势预测，地质灾害防治原则和目标，地质灾害易发区、重点防治区，地质灾害防治项目和地质灾害防治措施等。

## 八、地质灾害治理工程"三同时"制度

国务院《地质灾害防治条例》第二十四条规定："对经评估认为可能引发地质灾害或者可能遭受地质灾害危害性的建设工程，应当配套建设地质灾害治理工程。地质灾害治理工程的设计、施工和验收应当与主体工程的设计、

施工、验收同时进行。配套的地质灾害治理工程未经验收或者验收不合格的，主体工程不得投人生产或者使用”。各级国土资源主管部门，根据地质灾害防治工程等级，组织专家对治理工程进行验收。

## 九、地质灾害治理责任界定

（一）国务院《地质灾害防治条例》第三十五条规定：“因工程建设等人为活动引发的地质灾害，由责任单位承担治理责任。

责任单位由地质灾害发生地县级以上人民政府国土资源主管部门负责组织专家对地质灾害的成因进行分析论证后认定。

对地质灾害的治理责任认定结果有异议的，可以依法申请行政复议或者提起行政诉讼。”

（二）《广东省地质环境管理条例》第二十四条规定：“地质灾害的成因由地质灾害发生地县级以上国土资源行政主管部门组织勘查认定。

自然形成的地质灾害，由当地人民政府组织有关部门进行治理。

人为诱发的地质灾害，由诱发的单位或者个人负责治理。诱发的单位或者个人无法组织治理的，由县级以上人民政府组织治理，治理费用由诱发的单位或者个人承担。”

# 第七章

# 地质灾害应急处理案例

## 第一节　梅州市大埔县西河镇水祝村山体滑坡应急处理

### 一、基本情况

2006 年 7 月 31 日 19 时 30 分，大埔县西河镇水祝村突然发生山体滑坡，飞速下滑的滑坡体越过坡脚下小溪流和县级公路冲向对面的水祝村，滑坡体水平移动约 300m，滑坡体覆盖影响范围约 40 000m$^2$，堆积土层厚度约 3.0~3.5m，滑动土体 10.4 万 m$^3$，滑动方向 180°。其发生发展过程是强降雨渗透→土体饱和→边坡开始破坏→产生裂缝→土体变形蠕动→加速滑动→形成灾变，导致 60 间民房全部损毁，掩埋村民 13 人，直接经济损失约 300 万元（表 7–1）。

表 7–1　大埔县西河镇水祝村磜下自然村滑坡伤亡汇总表

<table>
<tr><th>序 号</th><th>姓 名</th><th>性别</th><th>年龄</th><th>伤亡情况</th><th>备注</th></tr>
<tr><td>1</td><td>张万强</td><td>男</td><td>51 岁</td><td>伤</td><td rowspan="6">8 死 5 伤；其中：死：5 男 3 女；伤：3 男 2 女，直接经济损失达 300 万元。</td></tr>
<tr><td>2</td><td>陈惠云</td><td>女</td><td>38 岁</td><td>伤</td></tr>
<tr><td>3</td><td>丘煌中</td><td>男</td><td>17 岁</td><td>伤</td></tr>
<tr><td>4</td><td>丘彩芬</td><td>男</td><td>17 岁</td><td>伤</td></tr>
<tr><td>5</td><td>丘美亭</td><td>女</td><td>15 岁</td><td>伤</td></tr>
<tr><td>6</td><td>丘如潜</td><td>男</td><td>77 岁</td><td>死</td></tr>
</table>

续表

| 序 号 | 姓 名 | 性别 | 年龄 | 伤亡情况 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 张雪英 | 女 | 74 岁 | 死 | |
| 8 | 丘如常 | 男 | 80 岁 | 死 | |
| 9 | 何凤兰 | 女 | 73 岁 | 死 | |
| 10 | 付秋珍 | 女 | 34 岁 | 死 | |
| 11 | 丘胜海 | 男 | 13 岁 | 死 | |
| 12 | 丘胜成 | 男 | 11 岁 | 死 | |
| 13 | 丘景财 | 男 | 17 岁 | 死 | |

## 二、原因分析

地质环境背景条件：大埔县西河镇水祝村已有近百年历史。该村北侧靠近低山区，山体标高 775.60m，该山体发生滑动位置标高在 500~577m 山腰处，地形坡度 39~50°。构成滑坡体岩性为二叠系下统童子岩组页岩、砂岩、粉砂岩软硬相间互层的碎屑岩风化的残、坡积松散土体。

诱发因素：在发生滑坡山体坡脚削坡修建乡道公路，使山体斜坡存在失稳隐患。另外，在 2006 年 7 月大埔县处于强降雨气候条件，最大日降雨量 94.1mm，长时间降雨造成斜坡土体呈饱和状态，特别是 7 月 25~29 日 5 天内降雨累计达 174.4mm，在 7 月 31 日 19 时 30 分发生滑坡灾害。因此，连续强降雨是诱发山体滑坡的重要因素（图 7–1）。



图 7–1 大埔县西河镇水祝村滑坡全景

## 三、应急处置措施

2006年7月31日19时30分滑坡发生后，当地村民首先采取自救互救，并紧急向当地政府报告灾情。当地政府和各级国土资源主管部门接到报告后5分钟立即动身赶赴灾害发生现场，在当地党委、政府的统一领导下，按照国务院《地质灾害防治条例》第二十七条、第二十八条、第二十九条、第三十条、第三十一条、第三十二条和第三十三条的规定，启动《梅州市地质灾害应急预案》和《大埔县地质灾害应急预案》，将全村其余村民立即撤离危险区，并迅速调集4台大型推土机械，对埋在滑坡体下村民进行紧急营救，抢救出5名被埋村民，最大限度地减少了人员伤亡和财产损失（图7–2）。

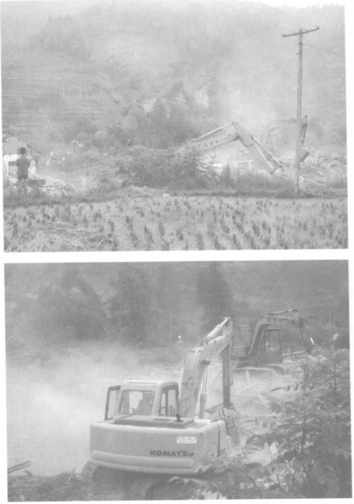



图 7–2　抢险救灾现场

### 四、几点启示

笔者认为，地质灾害应急处置应做到：应急反应迅速、专家技术结论正确、政府科学果断决策、抢险救灾措施得力；即快调查、快定性、快论证、快决策、快实施。只有这样，才可能做到最大限度减少人员伤亡和财产损失。

（一）地质灾害发生地灾民快速反应，并采取有力自救互救措施和及时报告，是最大限度减少人员伤亡的关键环节。

（二）政府决策与专家意见有机结合，是政府科学果断决策和采取得力抢险救灾措施的重要保证。

（三）抢险救灾配备精良的装备，包括准确定位、交通和通讯畅通、生命探测等必要设备。

（四）不合理人类工程活动，特别是切坡进行工程建设，会为后来地质灾害发生留下潜在隐患。因此，工程建设应与地质灾害防治同步进行，做到同时建设、同时施工、同时验收。

（五）在地质灾害发生较频繁的山区应提高村民的自救能力，加强地质灾害自我监测、自我防范、自我救治等知识的培训。

（六）加强基层主管部门专业人员防灾减灾知识的培训，建立县、镇、村三级防灾减灾队伍。

## 第二节　东莞市白花山右线隧道崩塌应急处理

### 一、基本情况

白花山隧道是广深珠高速公路虎门大桥东引道的重点工程之一。位于广东省东莞市虎门镇境内，是两座分离式的三车道公路隧道。隧道间距 133~139m，隧道净高 8.81m，净宽 14.00m，左线隧道全长 360m，右线隧道全长 390m。隧道东西向直穿白花山，山顶海拔标高为 100.8m，路面标高为 21.4~26.6m，隧道拱顶埋深 5~65m，属大跨度浅埋隧道。

隧道设计除洞口各加设 15~25m 钢筋混凝土明洞外，其余全部采用新奥法四心圆复合式衬砌结构。一次衬砌厚度 150~250mm，含钢筋格栅拱架，20MnSiϕ22 系统砂浆锚杆、ϕ6mm 钢筋网及 C20 模喷混凝土，二次衬砌厚度 350~800mm，模注混凝土。开挖前作超前长、短管棚压注水泥——水玻璃双液浆及超前锚杆注水泥砂浆支护。防水层为 ZL9208 聚氯乙烯防水板。

隧道穿过的地层为震旦系区域变质岩、碎裂片状构造，以石英为主，有

5%~10%的绢云母或白云母，局部地段有小挤压及压扭层。围岩节理发育，裂隙纵横交错，开挖后易掉块崩塌，稳定性差。洞口段岩层已全部风化，呈泥状，局部为碎石块状结构，并有高岭土夹层，开挖暴露后易崩解软化。隧道位于Ⅶ度地震区内，地表山体植被较好。隧道通过地段未发现地下水露头，洞口段局部潮湿，雨季有地表水下渗。隧道围岩类别以Ⅱ类为主，间有Ⅲ类以上围岩（表 7–2）。

表 7–2　围岩类别比例统计表

| 围岩类别 | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | Ⅴ |
|---|---|---|---|---|
| 白花山左线隧道（m） | 50 | 8.89 | 12.50 | 28.61 |
| 白花山右线隧道（m） | 83.06 | 6.67 | 10.27 | 0 |

白花山隧道埋深浅，开挖断面（设计宽 16.9m、高 12.4m，开挖断面约 180m$^2$）。围岩软弱、松散、破碎，低类别围岩（Ⅱ、Ⅲ类）所占比重大，施工难度非常大。为了安全快速地施工，坚持新奥法“短进尺、弱爆破、少扰动、早封闭”的原则，白花山隧道选择了正台阶环形开挖并结合新奥法光面爆破的施工方法。

虎门大桥白花山右线隧道，里程 BYK3+990~4+380，全长 390m，于 1996 年 8 月 8 日贯通，8 月 18 日发生中型崩塌。崩塌里程 BYK4+200~+240。坍落体土石方充满了隧洞空间，顶面长 40m，底面长 60m，崩塌量约 24 000 m$^3$，一些机械设备被埋，因及时发现征兆，避免了人员伤亡。

崩塌发生时，洞内拱部所有的一次衬砌都已完成，边墙除 BYK4+190~+223（共 33m）段一次衬砌尚未开始做外，其余均已做完。二次衬砌，进口端已浇筑至 BYK4+135，出口端浇筑至 BYK4+265，合计已完成 260m。崩塌后，BYK4+192~+255 段初期支护变形严重，尤其是接近坍体区段，变形已侵入净空。二次衬砌变形不大，属正常的施工期微变形。崩塌体示意图 7–3。




图 7–3　崩塌体及其护面

## 二、原因分析

崩塌后，经业主、设计、监理及施工等多家单位现场调查、讨论分析，认为造成崩塌的原因主要有以下几个方面。

### （一）自然气候条件

1996 年 8 月 10 日至 8 月 18 日连降大雨，过量的地表雨水沿山体破碎的岩缝、节理渗透到围岩中，部分围岩内压力增大甚至围岩失稳，破坏了围岩的自承结构。而且，大量的地表雨水进入山体后，水压最终传递到衬砌背后，使隧道初期支护不堪重负而崩塌，这是造成崩塌的最主要原因。

### （二）工程地质条件

对崩塌体表面观察及后来钻孔取样分析可知，虽然崩塌段围岩的原岩为硅质胶结的石英砂岩，属硬质岩，但因处于强烈破碎带，节理裂隙发育，间距大多数小于 0.1m，风化深度大，多呈石夹土和土夹石状的松散结构，岩石质量指标 RQD<25%，稳定性差，易崩解。地下水位低，砂质多，湿度不大，粘塑性差，属 II 类以下围岩，自承力低。

### （三）施工条件

不规范的施工是诱发崩塌的另一重要因素。

1. 在后期施工中，掌子面爆破未按原光面爆破设计中的一次联线爆破，而是分三次点火、分别爆破，使围岩受到了更多扰动，增大了围岩的开挖变形，降低了自身承载力和稳定性。

2. 施工中，为了追求效益和工期，少数地段未按照设计院变更设计中所要求的采用超前短管棚压注双液浆加固围岩，而仍采用原设计中的超前锚杆注浆，而且锚杆施作的间距大小不均匀、注浆饱满率低，这无疑对围岩的固结加强不利。

3. 部分地段在初期支护时减少或删除了 φ6mm 钢筋网。

4. 一次衬砌采用的模喷混凝土强度不够高。

5. 为使隧道上台阶尽快贯通，在掌子面上投入了过多的劳动力，以致仰拱部分的初期支护及墙、拱的二次衬砌没有及时跟进，没能尽快形成应力封闭环等。

## 三、应急处置措施

（一）崩塌发生时间为凌晨 3 时 15 分至 3 时 20 分，洞中崩塌段尚有两个工班正在施工。当时，在现场指导施工的一位经验丰富的老同志发现边墙土体掉块的崩塌预兆后，当机立断，迅速指挥工人有秩序地分别从两端向洞外疏散，避免了人员伤亡。

（二）崩塌发生后，施工单位立即成立了抢险领导小组，调集人力、物力和财力，集中力量进行崩塌抢险工作。

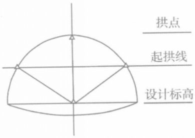
（三）崩塌基本稳定后，两端洞口处设立了警戒线，并派专人昼夜监视坍体动向，控制无关人员不准进入崩塌危险区。

（四）崩塌稳定后，立即对崩塌体两头斜坡端面喷射 C20 早强混凝土进行封闭，混凝土厚 15~20cm。然后，在崩塌体上砌筑两级 M7.5 砂浆砌片石台阶进行护面，阻止坍体变形的进一步扩展。

（五）为限制初期支护的继续变形，维护坍体稳定，在崩塌体两端设立了满堂式钢木混合扇形排架，进行支顶。排架主要材料有 ϕ250mm×8mm 钢管、20cm×20cm×140cm 方木、L100mm 角钢、100mm 槽钢及 δ=16mm 钢垫板。排架立柱横向间距 1.5m，纵向间距 1.0m，立在护面台阶上。

（六）对崩塌体上部山体表面附近渗水区域进行处理，用砂浆填充、抹平积水坑洼，修建山体截、排水沟，使水由地表排出危险区域。

（七）成立专门监测小组，密切注视崩塌体的动向。在洞内坍体附近各 20m 范围内，每 5m 设一个测量断面，进行拱顶沉降及周边位移的量测，每天上午 9 时及下午 4 时各测一次。在洞外坍体范围上方山体表面，沿隧道轴线平行的方向，每 20m 设一个测量断面，每个断面埋设三个点，每天一次观测平面位移及高程变化。每天对洞内、外监测资料进行绘图分析，以判断围岩坍体变形情况及支撑是否需要补强（图 7–4）。



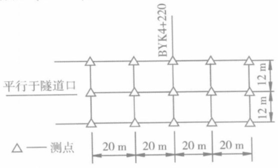




图 7–4　测点示意图

（八）为迅速控制险情以防止崩塌变形进一步发展，在坍体两端，施工单位抢在初期支护过量变形前加紧模注二次衬砌（衬砌厚由原设计的 80cm 变更为 45cm，并由素混凝土改为钢筋混凝土，混凝土标号由 250 号提高至 300 号），加大安全控制区范围。

## 四、几点启示

（一）由于地质条件的难以预见性，增加了隧道施工的难度，这就要求工程技术人员要充分掌握各种地质资料并坚持深入现场观察，编制可操作性强的施工组织方案，一旦发生灾害前兆，能及时采取应急处理措施。

（二）崩塌抢险要及时。如加支撑、喷混凝土封闭、砌挡土台阶护面等都应在崩塌刚稳定时进行，阻止围岩、支护的进一步变形破坏，阻止崩塌再次发生，并为以后处理崩塌创造条件。

（三）选择合理的施工方案。通过召开专家方案论证会，对方案比选与优化。

（四）崩塌处理要稳中求快。一旦确定施工方案，要立即建立强有力的指挥调度系统，调集人力、物力、财力，集中力量打歼灭战；处理时要连续施工，一环扣一环，稳中求快。

（五）加强对隧道拱顶沉降、洞外山体地表位移及沉降等关键部位动态监测，为施工决策提供信息。

（六）坚持规范化管理，严格依据总体设计施工方案施工，严禁偷工减料等不规范的情况发生，确保工程质量。

（七）要在施工过程中加强对干部、职工安全生产教育，树立“安全第一、预防为主”的思想，提高灾害应急处置能力。

# 第三节　清远市飞来寺泥石流防治对策

## 一、基本情况

1997 年 5 月 8 日，清远市发生特大暴雨，使飞来寺一带 8 小时内降雨量达 970mm，暴雨冲刷斜坡，使大量泥砂、石块和巨砾等固体物质迅速汇聚于飞来寺后山沟，形成泥石流，导致飞来寺“六祖殿”、“钟鼓楼”、“大雄宝殿”和寺门等被摧毁，虽未造成人员伤亡和失踪，但有上千件珍贵文物被冲走，直接经济损失超过 1.2 亿元。

### （一）自然地理条件

飞来寺位于北江中下游著名的飞来峡河段北岸，属清远市清城区所辖，地理坐标为东经 113°09′10″，北纬 23°42′04″。飞来峡全长 9km，属省级风景名胜和旅游度假区，这里山川秀丽，古迹林立，北江曲折环绕，奔泻其间，构成一幅“水似青罗带，山如碧玉簪”的大自然美景（图 7–5）。

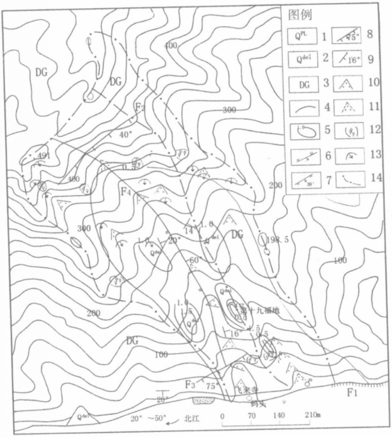



图 7-5 飞来寺泥石流灾害分布图

1-第四系冲积层，2-第四系坡残积层，3-泥盆系桂头群，4-地层界线，5-残坡积层等厚度线，6-逆断层及产状，7-正断层及产状，8-平移断层及产状，9-地层产状，10-现状泥石流，11-预测泥石流，12-水土流失范围，13-崩塌，14-地表分水岭界线

飞来寺是飞来峡景区的著名景点。它位于峡山南段，为岭南三大古寺之一，已有 1 480 余年历史，南距广州市约 70 km，西离清远市区 15 km。北江是广东省内河航运的重要黄金水道之一，每天游船如梭，东侧有京广铁路和清远至英德省级公路通过，交通非常方便。

飞来寺地区属亚热带季风气候，具有冬短夏长、气候温暖、雨量充沛等特点。据清远市气象局 1988~1998 年统计资料显示，多年平均年降雨量 2 240.9 mm，最大年降雨量达 3 100mm，每年 4~9 月为雨季，其降雨量约占全年降雨量的 75%。清远市区及其周围地带是全省 3 个多雨中心之一，日最大降雨量达 970mm（1997 年 5 月 8 日），年平均气温为 21.5℃，极端最高气

温 38.4℃，极端最低气温–1.8℃，多年平均蒸发量为 1 581.3mm，平均相对湿度 75%~80%，平均风速 1.7m/s，极端最大风速 20~30m/s；春、夏季以吹东南风为主，并伴有雷雨大风，秋、冬季以吹西北风为主，偶有霜冻。

飞来寺十九福地山脊东西两侧各有一条南北走向的季节性溪沟，汇水范围虽小，但地形落差较大。因此，降雨时极易形成阵发性地表径流，暴雨时则山洪暴发，冬季溪沟基本处于干枯状态。

飞来寺坐北朝南，背靠峡山，南临北江，沿十九福地山脊两侧各有一条南北走向的深切沟谷，横断面呈“V”型，相对高差 30~60m。飞来寺所在沟谷位置，与峡山峰顶相对高差 640m。沟谷两侧山坡陡峻，平均坡度大于 30°，地表坡残积层覆盖厚度 0.5~2.7m，部分地段基岩出露。

**（二）地质条件**

1. 地层

飞来寺地区地层简单，主要为泥盆纪桂头群（DG）及风化坡残积土（$Q^{del}$），局部分布小面积第四系洪积物（$Q^{pl}$）及人工填土层（$Q^{ml}$）。从上到下分别为：

人工填土（$Q^{ml}$）：分布于十九福地中南部，为杂填土，由建筑垃圾及砾石、碎石、砂等组成，厚度 1.6~3.10m。

洪积层（$Q^{pl}$）：分布于冲沟与北江河谷交汇部位，岩性以灰—灰黄色碎石土为主，结构松散，分选极差，物质组成为石块、碎石、砾砂及粉土。该层在飞来寺沟口处最发育，厚度 2.00~10.50m；其他沟口地段厚度较薄，局部分布灰白色砂砾堆积层。

坡残积层（$Q^{del}$）：在山坡上广泛分布，岩性以灰黄—褐黄色含碎石粉土、碎石土为主，局部分布粉土。厚度 0.5~2.70m。

泥盆纪桂头群（DG）：在飞来寺地区内均有分布，为滨海相类磨拉石碎屑沉积。上部为褐黄、米黄、紫红色中—粗粒石英砂岩夹泥岩为主，下部以米黄—灰黄色细粒石英砂岩、粉砂岩夹粉砂质泥岩、页岩为主。总厚度 1892m。该层浅部岩石节理裂隙发育，将岩石切割成块状结构或碎裂状结构。

2. 构造

飞来寺地区在区域上位于北东向吴川—四会断裂带北东段，燕山运动时期断裂活动最强烈，受深部岩浆侵入活动作用影响，飞来峡地区泥盆纪桂头群强烈抬升隆起，形成以峡山顶为中心的穹窿状构造孤山，岩层由中央向四周倾斜，发育多条断裂。

3. 水文地质条件

该区地下水有松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两大类型。孔隙水主要分布于坡面的残积层及冲沟内的洪积层中，含水层岩性为碎石及含石块、砾石的

砂性土，透水性很强，厚度为1.6~10.5m。基岩裂隙水主要赋存于桂头群砂页岩节理裂隙中，含水层主要为上部强风化破碎砂岩，厚度为4~31m，透水性较好。

飞来寺地区为独立的地下水补给、径流和排泄系统，汇水面积不大，山坡陡峻，两侧沟谷切割较深，地下水位埋深大。地下水主要靠大气降水补给，地下水位季节性动态变化明显，总体富水性贫乏。

## 二、原因分析

泥石流的形成主要受地形地貌、物源、水源、人为活动等因素影响。

### （一）地形、地貌

飞来寺上游泥石流形成区三面环山，呈漏斗状，山高坡陡，相对高差大；中部流通区为狭窄陡峻的沟谷，谷床纵坡大，泥石流能够迅猛直泻；飞来寺地处山谷出口较平缓处，紧靠江边，为碎屑物质的堆积场所。

### （二）物质来源

汇流区为砂岩与页岩互层，软硬相间，岩石裂隙极为发育，呈块状、碎裂状结构。物理化学风化作用强烈，导致岩体崩解，形成块石、碎石和砾砂，上覆有一定厚度的坡残积层，为飞来寺泥石流的形成提供丰富物质来源。由于该区山势陡峭，在特大暴雨袭击下，迅速形成碎屑流，大量砂、石、泥汇集的洪流在下泻过程中加大了冲刷力，强大的水动力作用使岩土薄弱带不断产生崩塌，固体物质增加。部分地段长期遭受雨水侵蚀、风化剥蚀等作用形成水土流失区，也构成了泥石流固体物质集聚的重要场所。在近江边的泥石流堆积区，地形开阔，已堆积的砂、石总量达3 000~5 000 $m^3$。由此可见，飞来寺上游具有丰富的物质来源，也是形成本次泥石流灾害的重要原因。

### （三）水源

水是泥石流的重要组成部分，又是激发泥石流和搬运固体物质的动力来源。飞来寺泥石流的水源主要为特大暴雨。1997年5月8日凌晨至中午10时，飞来寺一带降雨量高达970mm，两沟谷之间汇水面积达0.39 $km^2$，为泥石流提供了大量的水源。由于寺庙背后沟谷狭窄，两侧山体坡度陡峻，地处下游泥石流出口的寺庙建筑物无法抵御倾泻而下泥石流的巨大冲力，导致寺庙大部分建筑物冲毁。

### （四）人为因素

在历史上飞来寺共有3次（1551年、1907年、1997年）被泥石流摧毁的记载：1551年冲毁较严重；1907年发生的泥石流几乎毁掉全部寺庙；1990年后随着历史的远去，人们对灾害渐渐淡忘，寺庙香火旺盛，规模逐渐扩大，建筑物无限制增加，沟谷通道越来越窄，排水通道不畅。人们只热衷开发，

而缺乏地质灾害预防意识，以致于导致了本次泥石流灾害的发生。

### 三、防治对策

#### （一）生物防治

在沟谷上游泥石流形成区种植草皮固土，特别要加强植树造林，严禁乱砍滥伐，以增加地表植被、涵养水分、减缓暴雨径流对坡面的冲刷，增强坡体稳定性，消减泥石流的物质来源和地表径流的迅速聚集，抑制水土流失，控制泥石流的形成。

#### （二）工程防治

在原大雄宝殿西北、九级瀑布的阶梯状冲沟陡崖附近修建排洪道，经南西侧交影亭旁侧，将特大山洪分流引向西侧山沟，主要目的是对泥石流进行分流及降低其流速。排洪道应尽可能直线布置。为了便于北江带走泥石流渲泄下来的固体物质，排洪道出口与大河交接以锐角相交。对于排洪道的纵坡、横断面、深度等应根据区内泥石流情况具体设计。六家村沟谷中若需修建建筑物，也要根据具体情况，在适宜地段修建排洪道或导流堤等进行预防。

#### （三）监测预警

要增强当地人民群众对地质灾害预防的意识。在暴雨期间，特别要注意监测和巡查，发现泥石流前兆特征，要及时预警，组织人员撤离，尽量避免人员伤亡，并采取有效应急措施，确保一方平安。

## 第四节　阳春市大河移民安置区岩溶地面塌陷防治对策

### 一、基本情况

#### （一）岩溶地面塌陷

2003 年 8 月 4 日上午 10 点 25 分，阳春市大河移民安置区西区 4 巷 137 号至 142 号共 6 栋楼房突然发生塌陷下沉，造成 2 人死亡。其中 142 号楼近半倒塌，139、140、141 号楼虽未倒塌，但呈近 60°角倾斜，137、138 号楼沉降幅度约 6m，上部倒塌。岩溶地面塌陷中心区面积约 800m$^2$，受影响区面积约 1 万 m$^2$。在影响区内，2 巷巷口水泥路面也发生地面塌陷，塌陷范围的直径大于 5m，附近由 45 号至 48 号共 4 栋楼房受牵拉影响，楼房墙根边发生开裂宽达 3cm。该塌陷的影响范围有往东发展的趋势，8 月 5 日下午发展速度加快，经现场勘测已影响到 39 号楼房，至 8 月 7 日上午，暂趋稳定。受该塌陷影响的另一方向是南面的 173 号楼房，8 月 6 日发生卫生间的便盆被拉

裂现象，早些时候该楼房二楼东北侧墙体出现“Z”型裂缝宽约 2cm。

2004 年 3 月 31 日，在楼房塌陷区东侧 6 巷 18 号楼门前地基突然发生喷水冒砂现象；原先在 2 巷巷口地面塌陷引起的 45 号至 48 号楼房墙基裂缝，经监测仍在加宽，个别楼房墙壁出现新裂缝。

2004 年 8 月 30 日早上约 6 点，在原楼房塌陷区东侧的二区 4 巷 16 号楼门口地坪上发生地面塌陷，塌陷坑上部直径为 0.6m，下部直径为 1.5m，深度约 0.8m。另据房裂调查资料，在大安北路 5 巷 1、2、3 号楼存在墙体裂缝加宽现象；大安小学教学楼前地面沉降，造成教学楼基础发生裂缝（图 7–6）。

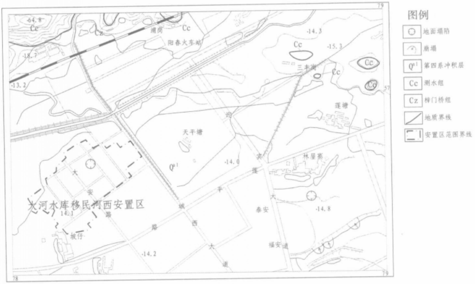



**图 7–6 大河移民安置区岩溶地面塌陷位置图**

由此可见，大河移民安置区岩溶地面塌陷灾害严重，不但造成了重大经济损失和人员伤亡，而且引起了当地群众的恐慌，增加了社会的不稳定因素，严重地影响了地方经济的发展和社会的安定团结。目前，地面塌陷仍处于不稳定状态，发育程度强，危害大，潜在危险性大。

### （二）地面沉降

据广东省水文工程地质一大队地面沉降监测资料，自 2004 年 4 月 18 日至 2005 年 3 月 5 日，安置区内已发生了不同程度的地面沉降，除大安小学因土洞发育较浅地面沉降加剧外，其余地段地面沉降值一般小于 10mm。其主要危害是造成地面裂缝、墙体开裂，楼层倾斜等。

安置区房屋一般为 2~4 层建筑物，基础为柱下独立基础和墙下片石条形基础的混合结构，基础埋深一般为 2.00m，绝大部分位于人工填土层内，在

上部荷载作用下，房屋潜在发生地基变形沉降的危险性。据广东省水文工程地质一大队抽样调查和访问结果，安置区内95%以上房屋的楼面、地板、墙体等均发生了不同程度的开裂。部分房屋的横梁及门框也出现开裂和沉降裂缝，底层地板有空洞回声等。其中地板及天花板裂缝走向为235°~320°，并以290°方向的裂缝最为发育，且发育密度大，一般楼房的天花板及地板均发育有1~3条，长度大部分贯穿整座房屋，宽度0.05~0.1cm不等。形态多为不规则齿状或波纹状，个别呈“S”形或宽弧形；西南墙或东北墙裂缝一般呈水平方向发育，长度一般为1.0~1.5m，一般每侧都发育有1~3条，以1~2条较常见，间隔距离在0.3~1.6m，裂缝宽度为1~2mm，个别达3mm以上；其中，南、北墙一般发育水平裂缝，东、西墙发育斜裂缝，且多分布于墙角附近，倾角一般为15~30°，向墙角倾伏，并与南、北墙水平裂缝相连。由于局部裂缝开裂较严重，南北墙有外移现象，一楼地板回声较普遍，分布于大厅、过道、房间、卫生间、楼梯口或厨房等。空洞回声范围也大小不一，直径在0.5~4.2m，沉降裂缝主要分布于房屋西南侧。一般沿墙基开裂，长度一般为3.0m左右，宽度0.1~0.2cm，垂直落距不明显。综观整个移民安置区房屋裂缝的发育情况，总体走向以290°方向为主。

发生地面沉降的主要原因是移民安置区地基浅层为人工填土，有素填土和杂填土两类，素填土岩性以粘土、粉质粘土和砂土为主，夹碎石等。杂填土岩性以粉质粘土、煤渣为主，夹碎石、砖头等生活垃圾和建筑废料。填土厚度0.50~6.50m不等，厚度变化较大，欠压实。与此同时，下伏第四系冲积层以砂土和粉质粘土为主，砂土多呈松散—稍密状态，粉质粘土、粘土多呈可塑状态，加上下伏灰岩溶洞发育，在灰岩面与土层之间形成有较多大规模的土洞。在上部荷载作用下容易产生地面沉降。

对整个安置区地面沉降发展趋势分析，地面沉降仍处于不稳定状态，其发育程度强，危害程度大，潜在危险性也大。

## 二、原因分析

岩溶地面塌陷是一种突发性的地质灾害，具有难于预测和突发性的特点。岩溶地面塌陷的形成和发展与地下岩溶、土体及地下水的活动密切相关。安置区一带分布有可溶性碳酸盐类，岩性以粉晶白云岩、灰岩、含生物灰岩为主，质纯，厚层状构造，溶洞、溶隙、溶槽发育。据钻孔及物探资料，安置区内有119个岩溶发育区，估算溶洞总体积为387 026m$^3$。可见，安置区为岩溶强烈发育区。为土体的机械潜蚀提供了良好通道，对潜蚀流失的土体具有巨大的储存空间。

安置区灰岩顶部土体以第四系冲积层为主，局部为残积层，大部分由松

散、稍密状砂土及软塑、可塑状粘性土所组成。土体松散松软，土层厚度9.5~36.3m。据土样分析结果，安置区砂土中，下伏第六层砾砂的不均匀系数一般在13.58~76.23，局部达96.26，均大于10，在地下水作用下极易发生机械潜蚀。土体发生潜蚀的临界水力坡度在0.15~0.98。一旦地下水位发生急剧变化，水力坡度增大，易引发土体的潜蚀作用。据钻探及物探资料综合分析，安置区内有土洞发育区162个，土洞顶板埋深4.6~28.4m，单洞洞高0.39~19.75m，平均洞高0.60~12.53m。

安置区内地处亚热带，大气降雨充沛，土体松散松软，有利于大气降雨的入渗补给。第四系孔隙水为潜水—微承压水，地下水位埋深2.3~7.6m。以大气降雨入渗和侧向径流补给为主，动态变化较大。枯、丰季地下水位变幅一般为1.02~2.11m，最大变幅超过3.0m。同时，地下水富水性中等至贫乏，地下水位随着季节变化影响或在开采条件下（或受外围开采的影响），地下水位将急剧下降，水力坡度也会迅速增大。加上近年来出现大面积开采浅层潜水用于灌溉农田和生活饮水，尽管开采量有限，但是在局部范围内加剧了地下水位的变化，使地下水位变动频繁，不但增大了地下水水力坡度，也提高了地下水的潜蚀能力。在土体干湿交替变化过程中，土体也渐渐被软化，降低了土体的抗潜蚀能力，从而加剧了已有土洞的扩展。土洞由下往上发展，其顶板渐渐变薄，当顶板不能支撑上部土体及建筑物的荷载时，便突然发生地面塌陷。

总之，安置区内岩溶、土体和水的活动都为岩溶地面塌陷的形成和发育创造了良好自然环境条件。而安置区地面塌陷形成的主要原因是由于地下水的运动、潜蚀、搬运作用，并在土体中产生土洞所引起，土洞的形成、发展、扩大既有自然因素也有人为因素。自然因素是内因，人为因素起着对自然因素的激发和加剧作用。

## 三、防治对策

为贯彻落实“以预防为主，避让与治理相结合”的原则，防止地质灾害给当地人民群众生命财产安全带来严重危害，必须采取科学合理的有效防治措施。根据勘查区实际情况，结合经济技术的合理性，对地质灾害的防治措施包括：避让措施、工程措施、生物措施、禁止措施和监测预警措施等。同时，在采取防治措施时，必须先根据已发及潜在地质灾害的稳定性、发育程度和危险性，划出重点防治地段、次重点防治地段、一般防治地段及一般监测地段，再结合目前的技术经济条件，划分出近期防治地段、中期防治地段和远期防治地段。

根据安置区的具体情况，地面沉降和岩溶地面塌陷的危险性主要是由地

基中土洞发育所引起。因此，在进行防治时，二者可以结合治理。主要防治措施如下：

### （一）工程措施

由于岩溶地面塌陷及地面沉降主要由地下土洞所引起。因此，所有工程措施都要围绕如何填充土洞和控制土洞发育的岩溶、土和水的活动条件而展开。根据安置区的具体情况，可采取如下工程措施：

1. 灌浆填充措施：采用目前较先进和较成熟的袖阀管单液与双液相结合的灌浆方法，直接用砂、粘土和水泥浆充填土洞，从而达到加固地基而消除灾害隐患的目的（如大安小学土洞的治理）。

2. 桩基加固措施：在未建有房子地段，如进行工程建设，对大型土洞发育区，灌浆加固有困难且费用较大，如上覆土层较薄、基岩埋藏较浅的场地，可采用桩基穿过土洞或溶洞进行加固，并与梁板跨越联合处理；在土层较厚、基岩埋藏较深的场地，可采用梁板跨越处理。

3. 由于安置区内地下排水管道被破坏，生活污水下渗严重。建议对安置区内排污管道进行维修，减少或杜绝管道明显渗漏，预防污水下渗加剧地基土软化。

4. 为防止降雨及地表水的大量下渗造成土洞的发展扩大，建议安置区内的道路全部硬底化，全部用水泥混凝土或沥青覆盖。

### （二）避让措施

在进行地质灾害防治前，应对地质灾害的发育现状、危害程度、危险性、各种处理措施的成本及目前的技术经济条件进行比较。对于地质灾害发育程度强，危害大，随时有危险发生的地段，必须立即采取避让措施，待经过灾害治理，确认安全后方可搬入。

### （三）禁止措施

1. 严格禁止在安置区及其周边附近覆盖型岩溶区内大量开采地下水，防止因开采地下水而引起地下水位急剧升降变化，进一步加剧岩溶地面塌陷。

2. 禁止人们在危险性大的区域范围内进行大规模活动，包括集会、重型汽车行驶等活动，防止因上部荷载过大、震动剧烈而引起岩溶地面塌陷。

### （四）监测预警措施

对岩溶地面塌陷危险区及周边地区进行地下水动态、地面沉降及建筑物变形定期监测，尤其是雨季及枯、丰季交替期必须加密监测，以便及时发现危险前兆，采取应急处置措施。

# 第五节　汶川地震引发地质灾害的防治对策

## 一、汶川地震中心区地质背景与地震特点

众所周知，这次汶川 8 级大地震发生在地质构造活动非常典型的龙门山断裂带。龙门山地区位于青藏高原东部边缘与扬子地台西部边缘的接合部。这里不仅对地质学研究有典型意义，而且是监视大陆动力过程、浅表生地质作用的典型地区，中外地质学家一直非常关注的地方。龙门山构造带由 3 条北东向断裂带组成，分别是都江堰—江油断裂、映秀—北川断裂和藏汶断裂，还有南北向断裂（图 7–7）。因此，这一地区地质构造非常复杂。近 100 年来，该地区以北已经有过多次七级以上的地震发生。从地震发生机理看，根据多位专家解释，由于地壳板块互相挤压，导致能量长期积累，最终使断层错动，形成地震。这次大地震是由印度板块挤压我国大陆板块（欧亚板块），导致青藏高原东部边缘龙门山中央断裂映秀—北川断裂带先震，是典型的构造地震，属于逆冲右旋走滑型机理。而且，主震发生后，能量沿北东向的断裂不断向北迁移，导致沿断裂带的多次错动，余震连连。

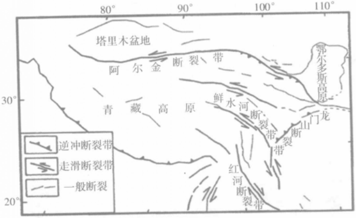



图 7–7　龙门山断裂带构造位置图

这次地震呈现四大特点：

一是震级大。级别达到 8 级，高于唐山大地震。但是，7 级与 8 级这一级差别，所释放的能量要相差 32 倍，可以说是一次巨型地震。比如，前年的苏门答腊大地震，震级达到 8.6 级，海啸席卷的距离从印尼一直到印度，力量极为强大。

二是主震持续时间长，释放能量过程长，震动持续长达4分钟。而一般地震也就持续数十秒，所以这次大地震是主震—余震的构造型地震。

三是震源深度比较浅。距离地表也就二三十公里，震源越浅，破坏力越强。

四是破坏力强。如此强的地震，发生在地质环境条件非常脆弱，地形高差大，乡镇、村寨密集，人口密度高的山区，其破坏力可想而知。地震时地层错动，地震波导致房屋开裂、垮塌，主要表现在龙门山山前地区和受地震波及的平原地区。再就是在地质环境脆弱的中—高山区地震触发了大量的滑坡、崩塌等地质灾害，大量的滑坡导致山体破碎斑驳。山区房屋的损毁约1/3是滑坡、崩塌等地质灾害所致。最典型的是在北川县城。

总体来看，这个地区的地质环境是很脆弱的，岩性多以板岩、砂岩、片岩、灰岩为主，岩体破碎，而且多表现为高山峡谷地形地貌特征，地形切割大；在气候上，夏季局部降雨非常集中，常常导致龙门山地区地质灾害的多发。首先是地震，这是该地区内动力作用的结果；地震再诱发滑坡、崩塌等，而且又形成堰塞湖，危害下游地区人民群众生命财产安全。有很多证据可以证明，岷江在龙门山地区，近2万年来，滑坡的活动是非常活跃的，曾多次形成堰塞湖。但不同的是，过去的滑坡只是一个地质运动过程，对人类的影响并不大。近几十年来，该地区经济发展很快，人口也相对密集。因此，滑坡等地质灾害就越来越多。特别在雨季，崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害经常阻塞公路、掩埋车辆、伤害生命，地质灾害危险性很大。

## 二、地震诱发地质灾害

汶川大地震激活了山坡体，造成地质环境强烈变化，山体松动、开裂架空，出现了大量崩塌和滑坡等群发性地质灾害（图7-8）。

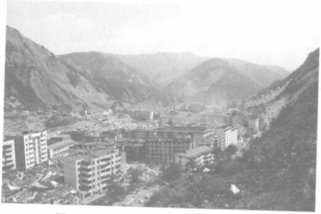


图7-8 北川地震诱发群发性地质灾害

地震诱发不同规模的滑坡、崩塌数万处，公路有 2/3 是地质灾害损坏的。地震重灾区面积达 10 万 $km^2$，地震形成地质灾害隐患点 4 929 处，其中，特大型地质灾害隐患点 158 处，大型地质灾害隐患点 1 271 处，中型及小型地质灾害隐患点 3 500 处；涉及 41 个县。这次大地震形成了多处堰塞湖，像北川的通口河出现了唐家山等 9 个堰塞湖（图 7–9），青川、平武、绵竹、什邡、都江堰等地的河流也被滑坡体阻断形成堰塞湖，给这些地区修建的许多大大小小的梯级电站带来了威胁。



图 7–9　北川曲山镇地震次生地质灾害形成堰塞湖

汶川地震造成的破坏如此之大，也与人类不合理的工程活动密切相关。地震是一种正常的地球动力作用，而地震造成损失的大小，主要取决于人类的预防和抵御能力。以北川县城为例，20 世纪 90 年代县城规模不大，仅分布在城西南一带，后来迅速扩大，新县城也坐落在崩滑体前缘，并横跨活动断裂带。这次地震引发的滑坡几乎毁掉老县城一半，新县城则被巨石崩塌和断裂活动所摧毁。

## 三、应对措施

### （一）临时安置点选择

从地质环境角度看，地震已导致很多地区山体开裂，附近已不适合居住，但由于有四五百万受灾群众需要安置，相当于欧洲一个国家的总人口。群众安置一要就地重建，二要尽可能就近选择场地新建，可以分为县城、乡镇、村和居民点等 4 个层次进行集中安置，不能再允许散户到处搭建。在选择安置点时，一定要避开龙门山三条主断裂带通过的位置，也要避开崩塌和滑坡等地质灾害危险区。充分利用山区平坝以及山前丘陵缓坡地区作为安置点，要有充足的地表水和地下水保障，特别是居民点的选择，要尽量利用地下水，

因为靠河的平地毕竟很少。需要特别强调的是，在选择安置点时，一定要加强地质灾害排查，周边不应存在滑坡等重大地质灾害隐患点，傍河的安置点要评估上游可能的滑坡堵江风险。加强重特大地质灾害勘测、评价和监测预警，避免人员伤亡。

**（二）灾后重建选址安全岛**

龙门山地区地震地质问题，最早从地质安全角度提出的是科学家李四光。在上世纪 60 年代中期，随着大批重大工程在龙门山地区的规划建设，李四光受周恩来总理的指示，开展了工程地震地质问题的研究，并对参加选址的地质工作者明确提出，这个地方是构造活动强烈的地区，但是可以寻找一批相对稳定的地块作为工程建设的场地，并形象地称之为“安全岛”。这次汶川地震调查表明，当时依据“安全岛”思想选址的工程并未受到毁灭性打击，成为地质力学服务于重大工程建设的典范。因此，运用“安全岛”理论，探索实践我国重大工程区域地壳稳定性评价，在构造活动强烈的地区筛选出相对稳定的“安全岛”，为指导灾后重建提供地质安全科学依据。

**（三）加强区域地壳稳定性研究**

在我国工程地质界中，老一辈地质学家非常重视开展区域地壳稳定性和山体稳定性研究，为很多重大工程的选址和建设立下了汗马功劳，用我国独创的理论，解决了我国独特的重大地质难题。最近十年来，以场地为对象的“战术性”工程地质虽然得到加强，但以区域地质环境安全为对象的“战略性”工程地质弱化了，将导致重大工程建设出现问题。如何对这种板块边界的深大断裂和高温、高地应力山体进行工程地质稳定性评价，进而对重大工程部局进行科学规划，即使是国外的工程地质界也没有现成的理论和方法。探索自然规律是一个艰难的过程，需要我们不断总结经验教训，加强科学研究，更何况地质学的问题都具有高度的非线性和非确定性。所以，人们常说“上天容易入地难”。从地质力学、大地构造、岩石圈结构、地壳形变与地应力等方面出发，研究我省区域地壳稳定性，为重大工程选址和规划布局提供科学依据，是我省地质界长期而重要的工作任务。

# 附 录

# 中华人民共和国主席令

## 第六十九号

《中华人民共和国突发事件应对法》已由中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议于2007年8月30日通过，现予以公布，自2007年11月1日起施行。

中华人民共和国主席　胡锦涛
二〇〇七年八月三十日

# 中华人民共和国突发事件应对法

## 第一章　总　则

**第一条**　为了预防和减少突发事件的发生，控制、减轻和消除突发事件引起的严重社会危害，规范突发事件应对活动，保护人民生命财产安全，维护国家安全、公共安全、环境安全和社会秩序，制定本法。

**第二条**　突发事件的预防与应急准备、监测与预警、应急处置与救援、事后恢复与重建等应对活动，适用本法。

**第三条**　本法所称突发事件，是指突然发生，造成或者可能造成严重社会危害，需要采取应急处置措施予以应对的自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件。

按照社会危害程度、影响范围等因素，自然灾害、事故灾难、公共卫生事件分为特别重大、重大、较大和一般四级。法律、行政法规或者国务院另有规定的，从其规定。

突发事件的分级标准由国务院或者国务院确定的部门制定。

**第四条**　国家建立统一领导、综合协调、分类管理、分级负责、属地管理为主的应急管理体制。

**第五条**　突发事件应对工作实行预防为主、预防与应急相结合的原则。国家建立重大突发事件风险评估体系，对可能发生的突发事件进行综合性评

估，减少重大突发事件的发生，最大限度地减轻重大突发事件的影响。

**第六条** 国家建立有效的社会动员机制，增强全民的公共安全和防范风险的意识，提高全社会的避险救助能力。

**第七条** 县级人民政府对本行政区域内突发事件的应对工作负责；涉及两个以上行政区域的，由有关行政区域共同的上一级人民政府负责，或者由各有关行政区域的上一级人民政府共同负责。

突发事件发生后，发生地县级人民政府应当立即采取措施控制事态发展，组织开展应急救援和处置工作，并立即向上一级人民政府报告，必要时可以越级上报。

突发事件发生地县级人民政府不能消除或者不能有效控制突发事件引起的严重社会危害的，应当及时向上级人民政府报告。上级人民政府应当及时采取措施，统一领导应急处置工作。

法律、行政法规规定由国务院有关部门对突发事件的应对工作负责的，从其规定；地方人民政府应当积极配合并提供必要的支持。

**第八条** 国务院在总理领导下研究、决定和部署特别重大突发事件的应对工作；根据实际需要，设立国家突发事件应急指挥机构，负责突发事件应对工作；必要时，国务院可以派出工作组指导有关工作。

县级以上地方各级人民政府设立由本级人民政府主要负责人、相关部门负责人、驻当地中国人民解放军和中国人民武装警察部队有关负责人组成的突发事件应急指挥机构，统一领导、协调本级人民政府各有关部门和下级人民政府开展突发事件应对工作；根据实际需要，设立相关类别突发事件应急指挥机构，组织、协调、指挥突发事件应对工作。

上级人民政府主管部门应当在各自职责范围内，指导、协助下级人民政府及其相应部门做好有关突发事件的应对工作。

**第九条** 国务院和县级以上地方各级人民政府是突发事件应对工作的行政领导机关，其办事机构及具体职责由国务院规定。

**第十条** 有关人民政府及其部门作出的应对突发事件的决定、命令，应当及时公布。

**第十一条** 有关人民政府及其部门采取的应对突发事件的措施，应当与突发事件可能造成的社会危害的性质、程度和范围相适应；有多种措施可供选择的，应当选择有利于最大程度地保护公民、法人和其他组织权益的措施。

公民、法人和其他组织有义务参与突发事件应对工作。

**第十二条** 有关人民政府及其部门为应对突发事件，可以征用单位和个人的财产。被征用的财产在使用完毕或者突发事件应急处置工作结束后，应当及时返还。财产被征用或者征用后毁损、灭失的，应当给予补偿。

**第十三条** 因采取突发事件应对措施，诉讼、行政复议、仲裁活动不能正常进行的，适用有关时效中止和程序中止的规定，但法律另有规定的除外。

**第十四条** 中国人民解放军、中国人民武装警察部队和民兵组织依照本法和其他有关法律、行政法规、军事法规的规定以及国务院、中央军事委员会的命令，参加突发事件的应急救援和处置工作。

**第十五条** 中华人民共和国政府在突发事件的预防、监测与预警、应急处置与救援、事后恢复与重建等方面，同外国政府和有关国际组织开展合作与交流。

**第十六条** 县级以上人民政府作出应对突发事件的决定、命令，应当报本级人民代表大会常务委员会备案；突发事件应急处置工作结束后，应当向本级人民代表大会常务委员会作出专项工作报告。

## 第二章　预防与应急准备

**第十七条** 国家建立健全突发事件应急预案体系。

国务院制定国家突发事件总体应急预案，组织制定国家突发事件专项应急预案；国务院有关部门根据各自的职责和国务院相关应急预案，制定国家突发事件部门应急预案。

地方各级人民政府和县级以上地方各级人民政府有关部门根据有关法律、法规、规章、上级人民政府及其有关部门的应急预案以及本地区的实际情况，制定相应的突发事件应急预案。

应急预案制定机关应当根据实际需要和情势变化，适时修订应急预案。应急预案的制定、修订程序由国务院规定。

**第十八条** 应急预案应当根据本法和其他有关法律、法规的规定，针对突发事件的性质、特点和可能造成的社会危害，具体规定突发事件应急管理工作的组织指挥体系与职责和突发事件的预防与预警机制、处置程序、应急保障措施以及事后恢复与重建措施等内容。

**第十九条** 城乡规划应当符合预防、处置突发事件的需要，统筹安排应对突发事件所必需的设备和基础设施建设，合理确定应急避难场所。

**第二十条** 县级人民政府应当对本行政区域内容易引发自然灾害、事故灾难和公共卫生事件的危险源、危险区域进行调查、登记、风险评估，定期进行检查、监控，并责令有关单位采取安全防范措施。

省级和设区的市级人民政府应当对本行政区域内容易引发特别重大、重大突发事件的危险源、危险区域进行调查、登记、风险评估，组织进行检查、监控，并责令有关单位采取安全防范措施。

县级以上地方各级人民政府按照本法规定登记的危险源、危险区域，应

当按照国家规定及时向社会公布。

**第二十一条** 县级人民政府及其有关部门、乡级人民政府、街道办事处、居民委员会、村民委员会应当及时调解处理可能引发社会安全事件的矛盾纠纷。

**第二十二条** 所有单位应当建立健全安全管理制度，定期检查本单位各项安全防范措施的落实情况，及时消除事故隐患；掌握并及时处理本单位存在的可能引发社会安全事件的问题，防止矛盾激化和事态扩大；对本单位可能发生的突发事件和采取安全防范措施的情况，应当按照规定及时向所在地人民政府或者人民政府有关部门报告。

**第二十三条** 矿山、建筑施工单位和易燃易爆物品、危险化学品、放射性物品等危险物品的生产、经营、储运、使用单位，应当制定具体应急预案，并对生产经营场所、有危险物品的建筑物、构筑物及周边环境开展隐患排查，及时采取措施消除隐患，防止发生突发事件。

**第二十四条** 公共交通工具、公共场所和其他人员密集场所的经营单位或者管理单位应当制定具体应急预案，为交通工具和有关场所配备报警装置和必要的应急救援设备、设施，注明其使用方法，并显著标明安全撤离的通道、路线，保证安全通道、出口的畅通。

有关单位应当定期检测、维护其报警装置和应急救援设备、设施，使其处于良好状态，确保正常使用。

**第二十五条** 县级以上人民政府应当建立健全突发事件应急管理培训制度，对人民政府及其有关部门负有处置突发事件职责的工作人员定期进行培训。

**第二十六条** 县级以上人民政府应当整合应急资源，建立或者确定综合性应急救援队伍。人民政府有关部门可以根据实际需要设立专业应急救援队伍。

县级以上人民政府及其有关部门可以建立由成年志愿者组成的应急救援队伍。单位应当建立由本单位职工组成的专职或者兼职应急救援队伍。

县级以上人民政府应当加强专业应急救援队伍与非专业应急救援队伍的合作，联合培训、联合演练，提高合成应急、协同应急的能力。

**第二十七条** 国务院有关部门、县级以上地方各级人民政府及其有关部门、有关单位应当为专业应急救援人员购买人身意外伤害保险，配备必要的防护装备和器材，减少应急救援人员的人身风险。

**第二十八条** 中国人民解放军、中国人民武装警察部队和民兵组织应当有计划地组织开展应急救援的专门训练。

**第二十九条** 县级人民政府及其有关部门、乡级人民政府、街道办事处

应当组织开展应急知识的宣传普及活动和必要的应急演练。

居民委员会、村民委员会、企业事业单位应当根据所在地人民政府的要求，结合各自的实际情况，开展有关突发事件应急知识的宣传普及活动和必要的应急演练。

新闻媒体应当无偿开展突发事件预防与应急、自救与互救知识的公益宣传。

**第三十条** 各级各类学校应当把应急知识教育纳入教学内容，对学生进行应急知识教育，培养学生的安全意识和自救与互救能力。

教育主管部门应当对学校开展应急知识教育进行指导和监督。

**第三十一条** 国务院和县级以上地方各级人民政府应当采取财政措施，保障突发事件应对工作所需经费。

**第三十二条** 国家建立健全应急物资储备保障制度，完善重要应急物资的监管、生产、储备、调拨和紧急配送体系。

设区的市级以上人民政府和突发事件易发、多发地区的县级人民政府应当建立应急救援物资、生活必需品和应急处置装备的储备制度。

县级以上地方各级人民政府应当根据本地区的实际情况，与有关企业签订协议，保障应急救援物资、生活必需品和应急处置装备的生产、供给。

**第三十三条** 国家建立健全应急通信保障体系，完善公用通信网，建立有线与无线相结合、基础电信网络与机动通信系统相配套的应急通信系统，确保突发事件应对工作的通信畅通。

**第三十四条** 国家鼓励公民、法人和其他组织为人民政府应对突发事件工作提供物资、资金、技术支持和捐赠。

**第三十五条** 国家发展保险事业，建立国家财政支持的巨灾风险保险体系，并鼓励单位和公民参加保险。

**第三十六条** 国家鼓励、扶持具备相应条件的教学科研机构培养应急管理专门人才，鼓励、扶持教学科研机构和有关企业研究开发用于突发事件预防、监测、预警、应急处置与救援的新技术、新设备和新工具。

## 第三章 监测与预警

**第三十七条** 国务院建立全国统一的突发事件信息系统。

县级以上地方各级人民政府应当建立或者确定本地区统一的突发事件信息系统，汇集、储存、分析、传输有关突发事件的信息，并与上级人民政府及其有关部门、下级人民政府及其有关部门、专业机构和监测网点的突发事件信息系统实现互联互通，加强跨部门、跨地区的信息交流与情报合作。

**第三十八条** 县级以上人民政府及其有关部门、专业机构应当通过多种

途径收集突发事件信息。

县级人民政府应当在居民委员会、村民委员会和有关单位建立专职或者兼职信息报告员制度。

获悉突发事件信息的公民、法人或者其他组织，应当立即向所在地人民政府、有关主管部门或者指定的专业机构报告。

**第三十九条** 地方各级人民政府应当按照国家有关规定向上级人民政府报送突发事件信息。县级以上人民政府有关主管部门应当向本级人民政府相关部门通报突发事件信息。专业机构、监测网点和信息报告员应当及时向所在地人民政府及其有关主管部门报告突发事件信息。

有关单位和人员报送、报告突发事件信息，应当做到及时、客观、真实，不得迟报、谎报、瞒报、漏报。

**第四十条** 县级以上地方各级人民政府应当及时汇总分析突发事件隐患和预警信息，必要时组织相关部门、专业技术人员、专家学者进行会商，对发生突发事件的可能性及其可能造成的影响进行评估；认为可能发生重大或者特别重大突发事件的，应当立即向上级人民政府报告，并向上级人民政府有关部门、当地驻军和可能受到危害的毗邻或者相关地区的人民政府通报。

**第四十一条** 国家建立健全突发事件监测制度。

县级以上人民政府及其有关部门应当根据自然灾害、事故灾难和公共卫生事件的种类和特点，建立健全基础信息数据库，完善监测网络，划分监测区域，确定监测点，明确监测项目，提供必要的设备、设施，配备专职或者兼职人员，对可能发生的突发事件进行监测。

**第四十二条** 国家建立健全突发事件预警制度。

可以预警的自然灾害、事故灾难和公共卫生事件的预警级别，按照突发事件发生的紧急程度、发展势态和可能造成的危害程度分为一级、二级、三级和四级，分别用红色、橙色、黄色和蓝色标示，一级为最高级别。

预警级别的划分标准由国务院或者国务院确定的部门制定。

**第四十三条** 可以预警的自然灾害、事故灾难或者公共卫生事件即将发生或者发生的可能性增大时，县级以上地方各级人民政府应当根据有关法律、行政法规和国务院规定的权限和程序，发布相应级别的警报，决定并宣布有关地区进入预警期，同时向上一级人民政府报告，必要时可以越级上报，并向当地驻军和可能受到危害的毗邻或者相关地区的人民政府通报。

**第四十四条** 发布三级、四级警报，宣布进入预警期后，县级以上地方各级人民政府应当根据即将发生的突发事件的特点和可能造成的危害，采取下列措施：

（一）启动应急预案；

（二）责令有关部门、专业机构、监测网点和负有特定职责的人员及时收集、报告有关信息，向社会公布反映突发事件信息的渠道，加强对突发事件发生、发展情况的监测、预报和预警工作；

（三）组织有关部门和机构、专业技术人员、有关专家学者，随时对突发事件信息进行分析评估，预测发生突发事件可能性的大小、影响范围和强度以及可能发生的突发事件的级别；

（四）定时向社会发布与公众有关的突发事件预测信息和分析评估结果，并对相关信息的报道工作进行管理；

（五）及时按照有关规定向社会发布可能受到突发事件危害的警告，宣传避免、减轻危害的常识，公布咨询电话。

**第四十五条** 发布一级、二级警报，宣布进入预警期后，县级以上地方各级人民政府除采取本法第四十四条规定的措施外，还应当针对即将发生的突发事件的特点和可能造成的危害，采取下列一项或者多项措施：

（一）责令应急救援队伍、负有特定职责的人员进入待命状态，并动员后备人员做好参加应急救援和处置工作的准备；

（二）调集应急救援所需物资、设备、工具，准备应急设施和避难场所，并确保其处于良好状态、随时可以投入正常使用；

（三）加强对重点单位、重要部位和重要基础设施的安全保卫，维护社会治安秩序；

（四）采取必要措施，确保交通、通信、供水、排水、供电、供气、供热等公共设施的安全和正常运行；

（五）及时向社会发布有关采取特定措施避免或者减轻危害的建议、劝告；

（六）转移、疏散或者撤离易受突发事件危害的人员并予以妥善安置，转移重要财产；

（七）关闭或者限制使用易受突发事件危害的场所，控制或者限制容易导致危害扩大的公共场所的活动；

（八）法律、法规、规章规定的其他必要的防范性、保护性措施。

**第四十六条** 对即将发生或者已经发生的社会安全事件，县级以上地方各级人民政府及其有关主管部门应当按照规定向上一级人民政府及其有关主管部门报告，必要时可以越级上报。

**第四十七条** 发布突发事件警报的人民政府应当根据事态的发展，按照有关规定适时调整预警级别并重新发布。

有事实证明不可能发生突发事件或者危险已经解除的，发布警报的人民政府应当立即宣布解除警报，终止预警期，并解除已经采取的有关措施。

## 第四章　应急处置与救援

**第四十八条**　突发事件发生后，履行统一领导职责或者组织处置突发事件的人民政府应当针对其性质、特点和危害程度，立即组织有关部门，调动应急救援队伍和社会力量，依照本章的规定和有关法律、法规、规章的规定采取应急处置措施。

**第四十九条**　自然灾害、事故灾难或者公共卫生事件发生后，履行统一领导职责的人民政府可以采取下列一项或者多项应急处置措施：

（一）组织营救和救治受害人员，疏散、撤离并妥善安置受到威胁的人员以及采取其他救助措施；

（二）迅速控制危险源，标明危险区域，封锁危险场所，划定警戒区，实行交通管制以及其他控制措施；

（三）立即抢修被损坏的交通、通信、供水、排水、供电、供气、供热等公共设施，向受到危害的人员提供避难场所和生活必需品，实施医疗救护和卫生防疫以及其他保障措施；

（四）禁止或者限制使用有关设备、设施，关闭或者限制使用有关场所，中止人员密集的活动或者可能导致危害扩大的生产经营活动以及采取其他保护措施；

（五）启用本级人民政府设置的财政预备费和储备的应急救援物资，必要时调用其他急需物资、设备、设施、工具；

（六）组织公民参加应急救援和处置工作，要求具有特定专长的人员提供服务；

（七）保障食品、饮用水、燃料等基本生活必需品的供应；

（八）依法从严惩处囤积居奇、哄抬物价、制假售假等扰乱市场秩序的行为，稳定市场价格，维护市场秩序；

（九）依法从严惩处哄抢财物、干扰破坏应急处置工作等扰乱社会秩序的行为，维护社会治安；

（十）采取防止发生次生、衍生事件的必要措施。

**第五十条**　社会安全事件发生后，组织处置工作的人民政府应当立即组织有关部门并由公安机关针对事件的性质和特点，依照有关法律、行政法规和国家其他有关规定，采取下列一项或者多项应急处置措施：

（一）强制隔离使用器械相互对抗或者以暴力行为参与冲突的当事人，妥善解决现场纠纷和争端，控制事态发展；

（二）对特定区域内的建筑物、交通工具、设备、设施以及燃料、燃气、电力、水的供应进行控制；

（三）封锁有关场所、道路，查验现场人员的身份证件，限制有关公共场所内的活动；

（四）加强对易受冲击的核心机关和单位的警卫，在国家机关、军事机关、国家通讯社、广播电台、电视台、外国驻华使领馆等单位附近设置临时警戒线；

（五）法律、行政法规和国务院规定的其他必要措施。

严重危害社会治安秩序的事件发生时，公安机关应当立即依法出动警力，根据现场情况依法采取相应的强制性措施，尽快使社会秩序恢复正常。

**第五十一条** 发生突发事件，严重影响国民经济正常运行时，国务院或者国务院授权的有关主管部门可以采取保障、控制等必要的应急措施，保障人民群众的基本生活需要，最大限度地减轻突发事件的影响。

**第五十二条** 履行统一领导职责或者组织处置突发事件的人民政府，必要时可以向单位和个人征用应急救援所需设备、设施、场地、交通工具和其他物资，请求其他地方人民政府提供人力、物力、财力或者技术支援，要求生产、供应生活必需品和应急救援物资的企业组织生产、保证供给，要求提供医疗、交通等公共服务的组织提供相应的服务。

履行统一领导职责或者组织处置突发事件的人民政府，应当组织协调运输经营单位，优先运送处置突发事件所需物资、设备、工具、应急救援人员和受到突发事件危害的人员。

**第五十三条** 履行统一领导职责或者组织处置突发事件的人民政府，应当按照有关规定统一、准确、及时发布有关突发事件事态发展和应急处置工作的信息。

**第五十四条** 任何单位和个人不得编造、传播有关突发事件事态发展或者应急处置工作的虚假信息。

**第五十五条** 突发事件发生地的居民委员会、村民委员会和其他组织应当按照当地人民政府的决定、命令，进行宣传动员，组织群众开展自救和互救，协助维护社会秩序。

**第五十六条** 受到自然灾害危害或者发生事故灾难、公共卫生事件的单位，应当立即组织本单位应急救援队伍和工作人员营救受害人员，疏散、撤离、安置受到威胁的人员，控制危险源，标明危险区域，封锁危险场所，并采取其他防止危害扩大的必要措施，同时向所在地县级人民政府报告；对因本单位的问题引发的或者主体是本单位人员的社会安全事件，有关单位应当按照规定上报情况，并迅速派出负责人赶赴现场开展劝解、疏导工作。

突发事件发生地的其他单位应当服从人民政府发布的决定、命令，配合人民政府采取的应急处置措施，做好本单位的应急救援工作，并积极组织人

员参加所在地的应急救援和处置工作。

**第五十七条** 突发事件发生地的公民应当服从人民政府、居民委员会、村民委员会或者所属单位的指挥和安排，配合人民政府采取的应急处置措施，积极参加应急救援工作，协助维护社会秩序。

## 第五章 事后恢复与重建

**第五十八条** 突发事件的威胁和危害得到控制或者消除后，履行统一领导职责或者组织处置突发事件的人民政府应当停止执行依照本法规定采取的应急处置措施，同时采取或者继续实施必要措施，防止发生自然灾害、事故灾难、公共卫生事件的次生、衍生事件或者重新引发社会安全事件。

**第五十九条** 突发事件应急处置工作结束后，履行统一领导职责的人民政府应当立即组织对突发事件造成的损失进行评估，组织受影响地区尽快恢复生产、生活、工作和社会秩序，制定恢复重建计划，并向上一级人民政府报告。

受突发事件影响地区的人民政府应当及时组织和协调公安、交通、铁路、民航、邮电、建设等有关部门恢复社会治安秩序，尽快修复被损坏的交通、通信、供水、排水、供电、供气、供热等公共设施。

**第六十条** 受突发事件影响地区的人民政府开展恢复重建工作需要上一级人民政府支持的，可以向上一级人民政府提出请求。上一级人民政府应当根据受影响地区遭受的损失和实际情况，提供资金、物资支持和技术指导，组织其他地区提供资金、物资和人力支援。

**第六十一条** 国务院根据受突发事件影响地区遭受损失的情况，制定扶持该地区有关行业发展的优惠政策。

受突发事件影响地区的人民政府应当根据本地区遭受损失的情况，制定救助、补偿、抚慰、抚恤、安置等善后工作计划并组织实施，妥善解决因处置突发事件引发的矛盾和纠纷。

公民参加应急救援工作或者协助维护社会秩序期间，其在本单位的工资待遇和福利不变；表现突出、成绩显著的，由县级以上人民政府给予表彰或者奖励。

县级以上人民政府对在应急救援工作中伤亡的人员依法给予抚恤。

**第六十二条** 履行统一领导职责的人民政府应当及时查明突发事件的发生经过和原因，总结突发事件应急处置工作的经验教训，制定改进措施，并向上一级人民政府提出报告。

## 第六章　法律责任

**第六十三条**　地方各级人民政府和县级以上各级人民政府有关部门违反本法规定，不履行法定职责的，由其上级行政机关或者监察机关责令改正；有下列情形之一的，根据情节对直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予处分：

（一）未按规定采取预防措施，导致发生突发事件，或者未采取必要的防范措施，导致发生次生、衍生事件的；

（二）迟报、谎报、瞒报、漏报有关突发事件的信息，或者通报、报送、公布虚假信息，造成后果的；

（三）未按规定及时发布突发事件警报、采取预警期的措施，导致损害发生的；

（四）未按规定及时采取措施处置突发事件或者处置不当，造成后果的；

（五）不服从上级人民政府对突发事件应急处置工作的统一领导、指挥和协调的；

（六）未及时组织开展生产自救、恢复重建等善后工作的；

（七）截留、挪用、私分或者变相私分应急救援资金、物资的；

（八）不及时归还征用的单位和个人的财产，或者对被征用财产的单位和个人不按规定给予补偿的。

**第六十四条**　有关单位有下列情形之一的，由所在地履行统一领导职责的人民政府责令停产停业，暂扣或者吊销许可证或者营业执照，并处五万元以上二十万元以下的罚款；构成违反治安管理行为的，由公安机关依法给予处罚：

（一）未按规定采取预防措施，导致发生严重突发事件的；

（二）未及时消除已发现的可能引发突发事件的隐患，导致发生严重突发事件的；

（三）未做好应急设备、设施日常维护、检测工作，导致发生严重突发事件或者突发事件危害扩大的；

（四）突发事件发生后，不及时组织开展应急救援工作，造成严重后果的。

前款规定的行为，其他法律、行政法规规定由人民政府有关部门依法决定处罚的，从其规定。

**第六十五条**　违反本法规定，编造并传播有关突发事件事态发展或者应急处置工作的虚假信息，或者明知是有关突发事件事态发展或者应急处置工作的虚假信息而进行传播的，责令改正，给予警告；造成严重后果的，依法

暂停其业务活动或者吊销其执业许可证；负有直接责任的人员是国家工作人员的，还应当对其依法给予处分；构成违反治安管理行为的，由公安机关依法给予处罚。

**第六十六条** 单位或者个人违反本法规定，不服从所在地人民政府及其有关部门发布的决定、命令或者不配合其依法采取的措施，构成违反治安管理行为的，由公安机关依法给予处罚。

**第六十七条** 单位或者个人违反本法规定，导致突发事件发生或者危害扩大，给他人人身、财产造成损害的，应当依法承担民事责任。

**第六十八条** 违反本法规定，构成犯罪的，依法追究刑事责任。

## 第七章 附 则

**第六十九条** 发生特别重大突发事件，对人民生命财产安全、国家安全、公共安全、环境安全或者社会秩序构成重大威胁，采取本法和其他有关法律、法规、规章规定的应急处置措施不能消除或者有效控制、减轻其严重社会危害，需要进入紧急状态的，由全国人民代表大会常务委员会或者国务院依照宪法和其他有关法律规定的权限和程序决定。

紧急状态期间采取的非常措施，依照有关法律规定执行或者由全国人民代表大会常务委员会另行规定。

**第七十条** 本法自 2007 年 11 月 1 日起施行。

# 中华人民共和国国务院令

## 第 394 号

《地质灾害防治条例》已经2003年11月19日国务院第29次常务会议通过，现予以公布，自2004年3月1日起施行。

总理　温家宝

二〇〇三年十一月二十四日

# 地质灾害防治条例

## 第一章　总　则

**第一条**　为了防治地质灾害，避免和减轻地质灾害造成的损失，维护人民生命和财产安全，促进经济和社会的可持续发展，制定本条例。

**第二条**　本条例所称地质灾害，包括自然因素或者人为活动引发的危害人民生命和财产安全的山体崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等与地质作用有关的灾害。

**第三条**　地质灾害防治工作，应当坚持预防为主、避让与治理相结合和全面规划、突出重点的原则。

**第四条**　地质灾害按照人员伤亡、经济损失的大小，分为四个等级：

（一）特大型：因灾死亡30人以上或者直接经济损失1000万元以上的；

（二）大型：因灾死亡10人以上30人以下或者直接经济损失500万元以上1000万元以下的；

（三）中型：因灾死亡3人以上10人以下或者直接经济损失100万元以上500万元以下的；

（四）小型：因灾死亡3人以下或者直接经济损失100万元以下的。

**第五条**　地质灾害防治工作，应当纳入国民经济和社会发展计划。

因自然因素造成的地质灾害的防治经费，在划分中央和地方事权和财权的基础上，分别列入中央和地方有关人民政府的财政预算。具体办法由国务

院财政部门会同国务院国土资源主管部门制定。

因工程建设等人为活动引发的地质灾害的治理费用，按照谁引发、谁治理的原则由责任单位承担。

**第六条** 县级以上人民政府应当加强对地质灾害防治工作的领导，组织有关部门采取措施，做好地质灾害防治工作。

县级以上人民政府应当组织有关部门开展地质灾害防治知识的宣传教育，增强公众的地质灾害防治意识和自救、互救能力。

**第七条** 国务院国土资源主管部门负责全国地质灾害防治的组织、协调、指导和监督工作。国务院其他有关部门按照各自的职责负责有关的地质灾害防治工作。

县级以上地方人民政府国土资源主管部门负责本行政区域内地质灾害防治的组织、协调、指导和监督工作。县级以上地方人民政府其他有关部门按照各自的职责负责有关的地质灾害防治工作。

**第八条** 国家鼓励和支持地质灾害防治科学技术研究，推广先进的地质灾害防治技术，普及地质灾害防治的科学知识。

**第九条** 任何单位和个人对地质灾害防治工作中的违法行为都有权检举和控告。

在地质灾害防治工作中做出突出贡献的单位和个人，由人民政府给予奖励。

## 第二章　地质灾害防治规划

**第十条** 国家实行地质灾害调查制度。

国务院国土资源主管部门会同国务院建设、水利、铁路、交通等部门结合地质环境状况组织开展全国的地质灾害调查。

县级以上地方人民政府国土资源主管部门会同同级建设、水利、交通等部门结合地质环境状况组织开展本行政区域的地质灾害调查。

**第十一条** 国务院国土资源主管部门会同国务院建设、水利、铁路、交通等部门，依据全国地质灾害调查结果，编制全国地质灾害防治规划，经专家论证后报国务院批准公布。

县级以上地方人民政府国土资源主管部门会同同级建设、水利、交通等部门，依据本行政区域的地质灾害调查结果和上一级地质灾害防治规划，编制本行政区域的地质灾害防治规划，经专家论证后报本级人民政府批准公布，并报上一级人民政府国土资源主管部门备案。

修改地质灾害防治规划，应当报经原批准机关批准。

**第十二条** 地质灾害防治规划包括以下内容：

（一）地质灾害现状和发展趋势预测；

（二）地质灾害的防治原则和目标；

（三）地质灾害易发区、重点防治区；

（四）地质灾害防治项目；

（五）地质灾害防治措施等。

县级以上人民政府应当将城镇、人口集中居住区、风景名胜区、大中型工矿企业所在地和交通干线、重点水利电力工程等基础设施作为地质灾害重点防治区中的防护重点。

**第十三条** 编制和实施土地利用总体规划、矿产资源规划以及水利、铁路、交通、能源等重大建设工程项目规划，应当充分考虑地质灾害防治要求，避免和减轻地质灾害造成的损失。

编制城市总体规划、村庄和集镇规划，应当将地质灾害防治规划作为其组成部分。

## 第三章 地质灾害预防

**第十四条** 国家建立地质灾害监测网络和预警信息系统。

县级以上人民政府国土资源主管部门应当会同建设、水利、交通等部门加强对地质灾害险情的动态监测。

因工程建设可能引发地质灾害的，建设单位应当加强地质灾害监测。

**第十五条** 地质灾害易发区的县、乡、村应当加强地质灾害的群测群防工作。在地质灾害重点防范期内，乡镇人民政府、基层群众自治组织应当加强地质灾害险情的巡回检查，发现险情及时处理和报告。

国家鼓励单位和个人提供地质灾害前兆信息。

**第十六条** 国家保护地质灾害监测设施。任何单位和个人不得侵占、损毁、损坏地质灾害监测设施。

**第十七条** 国家实行地质灾害预报制度。预报内容主要包括地质灾害可能发生的时间、地点、成灾范围和影响程度等。

地质灾害预报由县级以上人民政府国土资源主管部门会同气象主管机构发布。

任何单位和个人不得擅自向社会发布地质灾害预报。

**第十八条** 县级以上地方人民政府国土资源主管部门会同同级建设、水利、交通等部门依据地质灾害防治规划，拟订年度地质灾害防治方案，报本级人民政府批准后公布。

年度地质灾害防治方案包括下列内容：

（一）主要灾害点的分布；

（二）地质灾害的威胁对象、范围；

（三）重点防范期；

（四）地质灾害防治措施；

（五）地质灾害的监测、预防责任人。

**第十九条** 对出现地质灾害前兆、可能造成人员伤亡或者重大财产损失的区域和地段，县级人民政府应当及时划定为地质灾害危险区，予以公告，并在地质灾害危险区的边界设置明显警示标志。

在地质灾害危险区内，禁止爆破、削坡、进行工程建设以及从事其他可能引发地质灾害的活动。

县级以上人民政府应当组织有关部门及时采取工程治理或者搬迁避让措施，保证地质灾害危险区内居民的生命和财产安全。

**第二十条** 地质灾害险情已经消除或者得到有效控制的，县级人民政府应当及时撤销原划定的地质灾害危险区，并予以公告。

**第二十一条** 在地质灾害易发区内进行工程建设应当在可行性研究阶段进行地质灾害危险性评估，并将评估结果作为可行性研究报告的组成部分；可行性研究报告未包含地质灾害危险性评估结果的，不得批准其可行性研究报告。

编制地质灾害易发区内的城市总体规划、村庄和集镇规划时，应当对规划区进行地质灾害危险性评估。

**第二十二条** 国家对从事地质灾害危险性评估的单位实行资质管理制度。地质灾害危险性评估单位应当具备下列条件，经省级以上人民政府国土资源主管部门资质审查合格，取得国土资源主管部门颁发的相应等级的资质证书后，方可在资质等级许可的范围内从事地质灾害危险性评估业务：

（一）有独立的法人资格；

（二）有一定数量的工程地质、环境地质和岩土工程等相应专业的技术人员；

（三）有相应的技术装备。

地质灾害危险性评估单位进行评估时，应当对建设工程遭受地质灾害危害的可能性和该工程建设中、建成后引发地质灾害的可能性做出评价，提出具体的预防治理措施，并对评估结果负责。

**第二十三条** 禁止地质灾害危险性评估单位超越其资质等级许可的范围或者以其他地质灾害危险性评估单位的名义承揽地质灾害危险性评估业务。

禁止地质灾害危险性评估单位允许其他单位以本单位的名义承揽地质灾害危险性评估业务。

禁止任何单位和个人伪造、变造、买卖地质灾害危险性评估资质证书。

**第二十四条** 对经评估认为可能引发地质灾害或者可能遭受地质灾害危害的建设工程，应当配套建设地质灾害治理工程。地质灾害治理工程的设计、施工和验收应当与主体工程的设计、施工、验收同时进行。

配套的地质灾害治理工程未经验收或者经验收不合格的，主体工程不得投入生产或者使用。

## 第四章 地质灾害应急

**第二十五条** 国务院国土资源主管部门会同国务院建设、水利、铁路、交通等部门拟订全国突发性地质灾害应急预案，报国务院批准后公布。

县级以上地方人民政府国土资源主管部门会同同级建设、水利、交通等部门拟订本行政区域的突发性地质灾害应急预案，报本级人民政府批准后公布。

**第二十六条** 突发性地质灾害应急预案包括下列内容：

（一）应急机构和有关部门的职责分工；

（二）抢险救援人员的组织和应急、救助装备、资金、物资的准备；

（三）地质灾害的等级与影响分析准备；

（四）地质灾害调查、报告和处理程序；

（五）发生地质灾害时的预警信号、应急通信保障；

（六）人员财产撤离、转移路线、医疗救治、疾病控制等应急行动方案。

**第二十七条** 发生特大型或者大型地质灾害时，有关省、自治区、直辖市人民政府应当成立地质灾害抢险救灾指挥机构。必要时，国务院可以成立地质灾害抢险救灾指挥机构。

发生其他地质灾害或者出现地质灾害险情时，有关市、县人民政府可以根据地质灾害抢险救灾工作的需要，成立地质灾害抢险救灾指挥机构。

地质灾害抢险救灾指挥机构由政府领导负责、有关部门组成，在本级人民政府的领导下，统一指挥和组织地质灾害的抢险救灾工作。

**第二十八条** 发现地质灾害险情或者灾情的单位和个人，应当立即向当地人民政府或者国土资源主管部门报告。其他部门或者基层群众自治组织接到报告的，应当立即转报当地人民政府。

当地人民政府或者县级人民政府国土资源主管部门接到报告后，应当立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，防止灾害发生或者灾情扩大，并按照国务院国土资源主管部门关于地质灾害灾情分级报告的规定，向上级人民政府和国土资源主管部门报告。

**第二十九条** 接到地质灾害险情报告的当地人民政府、基层群众自治组织应当根据实际情况，及时动员受到地质灾害威胁的居民以及其他人员转移

到安全地带；情况紧急时，可以强行组织避灾疏散。

**第三十条** 地质灾害发生后，县级以上人民政府应当启动并组织实施相应的突发性地质灾害应急预案。有关地方人民政府应当及时将灾情及其发展趋势等信息报告上级人民政府。

禁止隐瞒、谎报或者授意他人隐瞒、谎报地质灾害灾情。

**第三十一条** 县级以上人民政府有关部门应当按照突发性地质灾害应急预案的分工，做好相应的应急工作。

国土资源主管部门应当会同同级建设、水利、交通等部门尽快查明地质灾害发生原因、影响范围等情况，提出应急治理措施，减轻和控制地质灾害灾情。

民政、卫生、食品药品监督管理、商务、公安部门，应当及时设置避难场所和救济物资供应点，妥善安排灾民生活，做好医疗救护、卫生防疫、药品供应、社会治安工作；气象主管机构应当做好气象服务保障工作；通信、航空、铁路、交通部门应当保证地质灾害应急的通信畅通和救灾物资、设备、药物、食品的运送。

**第三十二条** 根据地质灾害应急处理的需要，县级以上人民政府应当紧急调集人员，调用物资、交通工具和相关的设施、设备；必要时，可以根据需要在抢险救灾区域范围内采取交通管制等措施。

因救灾需要，临时调用单位和个人的物资、设施、设备或者占用其房屋、土地的，事后应当及时归还；无法归还或者造成损失的，应当给予相应的补偿。

**第三十三条** 县级以上地方人民政府应当根据地质灾害灾情和地质灾害防治需要，统筹规划、安排受灾地区的重建工作。

## 第五章 地质灾害治理

**第三十四条** 因自然因素造成的特大型地质灾害，确需治理的，由国务院国土资源主管部门会同灾害发生地的省、自治区、直辖市人民政府组织治理。

因自然因素造成的其他地质灾害，确需治理的，在县级以上地方人民政府的领导下，由本级人民政府国土资源主管部门组织治理。

因自然因素造成的跨行政区域的地质灾害，确需治理的，由所跨行政区域的地方人民政府国土资源主管部门共同组织治理。

**第三十五条** 因工程建设等人为活动引发的地质灾害，由责任单位承担治理责任。

责任单位由地质灾害发生地的县级以上人民政府国土资源主管部门负责

组织专家对地质灾害的成因进行分析论证后认定。

对地质灾害的治理责任认定结果有异议的，可以依法申请行政复议或者提起行政诉讼。

**第三十六条** 地质灾害治理工程的确定，应当与地质灾害形成的原因、规模以及对人民生命和财产安全的危害程度相适应。

承担专项地质灾害治理工程勘查、设计、施工和监理的单位，应当具备下列条件，经省级以上人民政府国土资源主管部门资质审查合格，取得国土资源主管部门颁发的相应等级的资质证书后，方可在资质等级许可的范围内从事地质灾害治理工程的勘查、设计、施工和监理活动，并承担相应的责任：

（一）有独立的法人资格；

（二）有一定数量的水文地质、环境地质、工程地质等相应专业的技术人员；

（三）有相应的技术装备；

（四）有完善的工程质量管理制度。

地质灾害治理工程的勘查、设计、施工和监理应当符合国家有关标准和技术规范。

**第三十七条** 禁止地质灾害治理工程勘查、设计、施工和监理单位超越其资质等级许可的范围或者以其他地质灾害治理工程勘查、设计、施工和监理单位的名义承揽地质灾害治理工程勘查、设计、施工和监理业务。

禁止地质灾害治理工程勘查、设计、施工和监理单位允许其他单位以本单位的名义承揽地质灾害治理工程勘查、设计、施工和监理业务。

禁止任何单位和个人伪造、变造、买卖地质灾害治理工程勘查、设计、施工和监理资质证书。

**第三十八条** 政府投资的地质灾害治理工程竣工后，由县级以上人民政府国土资源主管部门组织竣工验收。其他地质灾害治理工程竣工后，由责任单位组织竣工验收；竣工验收时，应当有国土资源主管部门参加。

**第三十九条** 政府投资的地质灾害治理工程经竣工验收合格后，由县级以上人民政府国土资源主管部门指定的单位负责管理和维护；其他地质灾害治理工程经竣工验收合格后，由负责治理的责任单位负责管理和维护。

任何单位和个人不得侵占、损毁、损坏地质灾害治理工程设施。

## 第六章　法律责任

**第四十条** 违反本条例规定，有关县级以上地方人民政府、国土资源主管部门和其他有关部门有下列行为之一的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员，依法给予降级或者撤职的行政处分；造成地质灾害导致人员伤

亡和重大财产损失的，依法给予开除的行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任：

（一）未按照规定编制突发性地质灾害应急预案，或者未按照突发性地质灾害应急预案的要求采取有关措施、履行有关义务的；

（二）在编制地质灾害易发区内的城市总体规划、村庄和集镇规划时，未按照规定对规划区进行地质灾害危险性评估的；

（三）批准未包含地质灾害危险性评估结果的可行性研究报告的；

（四）隐瞒、谎报或者授意他人隐瞒、谎报地质灾害灾情，或者擅自发布地质灾害预报的；

（五）给不符合条件的单位颁发地质灾害危险性评估资质证书或者地质灾害治理工程勘查、设计、施工、监理资质证书的；

（六）在地质灾害防治工作中有其他渎职行为的。

**第四十一条** 违反本条例规定，建设单位有下列行为之一的，由县级以上地方人民政府国土资源主管部门责令限期改正；逾期不改正的，责令停止生产、施工或者使用，处10万元以上50万元以下的罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任：

（一）未按照规定对地质灾害易发区内的建设工程进行地质灾害危险性评估的；

（二）配套的地质灾害治理工程未经验收或者经验收不合格，主体工程即投入生产或者使用的。

**第四十二条** 违反本条例规定，对工程建设等人为活动引发的地质灾害不予治理的，由县级以上人民政府国土资源主管部门责令限期治理；逾期不治理或者治理不符合要求的，由责令限期治理的国土资源主管部门组织治理，所需费用由责任单位承担，处10万元以上50万元以下的罚款；给他人造成损失的，依法承担赔偿责任。

**第四十三条** 违反本条例规定，在地质灾害危险区内爆破、削坡、进行工程建设以及从事其他可能引发地质灾害活动的，由县级以上地方人民政府国土资源主管部门责令停止违法行为，对单位处5万元以上20万元以下的罚款，对个人处1万元以上5万元以下的罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任；给他人造成损失的，依法承担赔偿责任。

**第四十四条** 违反本条例规定，有下列行为之一的，由县级以上人民政府国土资源主管部门或者其他部门依据职责责令停止违法行为，对地质灾害危险性评估单位、地质灾害治理工程勘查、设计或者监理单位处合同约定的评估费、勘查费、设计费或者监理酬金1倍以上2倍以下的罚款，对地质灾害治理工程施工单位处工程价款2%以上4%以下的罚款，并可以责令停业整

顿，降低资质等级；有违法所得的，没收违法所得；情节严重的，吊销其资质证书；构成犯罪的，依法追究刑事责任；给他人造成损失的，依法承担赔偿责任：

（一）在地质灾害危险性评估中弄虚作假或者故意隐瞒地质灾害真实情况的；

（二）在地质灾害治理工程勘查、设计、施工以及监理活动中弄虚作假、降低工程质量的；

（三）无资质证书或者超越其资质等级许可的范围承揽地质灾害危险性评估、地质灾害治理工程勘查、设计、施工及监理业务的；

（四）以其他单位的名义或者允许其他单位以本单位的名义承揽地质灾害危险性评估、地质灾害治理工程勘查、设计、施工和监理业务的。

**第四十五条** 违反本条例规定，伪造、变造、买卖地质灾害危险性评估资质证书、地质灾害治理工程勘查、设计、施工和监理资质证书的，由省级以上人民政府国土资源主管部门收缴或者吊销其资质证书，没收违法所得，并处5万元以上10万元以下的罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

**第四十六条** 违反本条例规定，侵占、损毁、损坏地质灾害监测设施或者地质灾害治理工程设施的，由县级以上地方人民政府国土资源主管部门责令停止违法行为，限期恢复原状或者采取补救措施，可以处5万元以下的罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

## 第七章 附 则

**第四十七条** 在地质灾害防治工作中形成的地质资料，应当按照《地质资料管理条例》的规定汇交。

**第四十八条** 地震灾害的防御和减轻依照防震减灾的法律、行政法规的规定执行。

防洪法律、行政法规对洪水引发的崩塌、滑坡、泥石流的防治有规定的，从其规定。

**第四十九条** 本条例自2004年3月1日起施行。

# 广东省第十届人民代表大会常务委员会
# 公　告

（第 14 号）

《广东省地质环境管理条例》已由广东省第十届人民代表大会常务委员会第五次会议于 2003 年 7 月 25 日通过，现予公布，自 2003 年 10 月 1 日起施行。

广东省人民代表大会常务委员会
二〇〇三年七月二十五日

# 广东省地质环境管理条例

## 第一章　总则

**第一条**　为加强地质环境保护和管理，合理利用地质资源，防治地质灾害，保障公共财产和人民生命财产安全，根据有关法律、法规，结合本省实际，制定本条例。

**第二条**　本省行政区域内的地质环境管理、地质灾害防治、地质遗迹保护和利用活动，适用本条例。

本条例所称地质环境，是指人类活动所涉及的各种岩体、土体、地下水、矿藏以及地质遗迹等地质要素的总和。本条例所称地质灾害，是指由自然产生或者人为诱发的对环境及人民生命和财产安全造成危害的地质现象，主要包括崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等。

本条例所称地质遗迹，是指在地球演化的漫长地质历史时期，由各种内外动力地质作用，形成、发展并遗留下来的不可再生的地质自然遗产。

**第三条**　县级以上人民政府应当加强对本行政区域内地质环境管理工作的领导，建立健全地质灾害防治工作领导责任制，并将地质环境保护纳入国民经济和社会发展计划。

**第四条**　县级以上人民政府国土资源行政主管部门（以下简称县级以上

国土资源行政主管部门）负责本行政区域内的地质环境管理工作。

县级以上人民政府有关部门，依照各自职责，协同做好地质环境管理工作。

**第五条** 县级以上国土资源行政主管部门负责会同有关部门编制本行政区域的地质环境保护规划、地质灾害防治规划和地质遗迹保护规划，报同级人民政府批准后公布实施。

土地利用总体规划、城市总体规划、交通规划、水资源开发利用规划等应当符合地质环境保护的要求。

**第六条** 县级以上人民政府应当根据地质灾害防治规划和有关规定，安排地质灾害调查、预防和治理经费，并纳入年度计划和财政预算。

## 第二章　地质环境监测

**第七条** 县级以上国土资源行政主管部门根据地质环境保护规划和地质环境保护的需要，会同有关部门建立并统一管理本行政区域内的地质环境监测网络。

县级以上人民政府应当加强地质环境监测工作，鼓励、扶持地质环境监测的科学研究，逐步提高地质环境监测水平。

**第八条** 地质环境监测机构对地质灾害、地质遗迹以及有可能诱发地质灾害的施工现场实施监测时，有关单位和个人应当予以协助。

**第九条** 采矿权人应当按照国家有关规定，对矿山地质环境进行动态监测，并将观测资料和监测结果报告所在地地质环境监测机构。

开采地下水、地热水、矿泉水的，应当遵守国家和省的有关规定，并按照有关技术规范对水位、水量、水温、水质进行长期观测，将观测资料和监测结果报告所在地地质环境监测机构。

**第十条** 实行地质灾害防治预报制度。地质灾害预报由当地县级以上国土资源行政主管部门提出，报本级人民政府发布。

**第十一条** 任何单位和个人不得擅自占用或者破坏用于地质灾害监测的场地、设施和标志。确需占用或者移动监测场地、设施和标志的，必须征得地质环境监测机构同意并承担相应费用。

## 第三章　地质灾害防治

**第十二条** 地质灾害防治实行预防为主、避让与治理相结合的方针。

**第十三条** 县级以上国土资源行政主管部门会同有关部门编制本行政区域的年度地质灾害防灾预案，报同级人民政府审查批准后组织实施。

**第十四条** 县级以上国土资源行政主管部门应当将地质灾害防治规划划

定的地质灾害易发区、地质灾害危险区予以公布，并在地质灾害危险区边界设立明显的警示标志。

在容易发生地质灾害的地区，县级以上国土资源行政主管部门应当加强巡查。在崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等区域周围，设立警示标志和采取必要的避险措施。

**第十五条** 在地质灾害危险区内，禁止工程建设、采矿、伐木、开垦、削坡、采石、取土，堆放渣石、弃土，抽吸或者疏排地下水等可能诱发地质灾害的活动。擅自批准前款规定活动的，上级人民政府国土资源行政主管部门有权撤消其批准文件。

在地质灾害易发区内进行工程建设的，建设单位应当在申请建设用地时，提供相应的地质灾害危险性评估报告。

**第十六条** 地质灾害危险性评估应当由具有相应资质的评估机构承担，并包括下列内容：

（一）工程建设诱发、加剧地质灾害的可能性；

（二）工程建设本身可能遭受地质灾害危害的危险性；

（三）综合评估结论及建议采取的措施。

评估机构作出的评估结论应当真实、客观，并对评估结论负责。

**第十七条** 从事地质灾害危险性评估的机构，必须依法取得地质灾害危险性评估资格和资质证书。从事地质灾害防治工程勘查、设计、施工、监理的单位，必须依法取得相应的资格和资质证书。

从事地质灾害防治工程勘查、设计、施工及监理的单位承接项目任务，应当到项目所在地县级以上国土资源行政主管部门办理项目登记备案手续。

地质灾害防治工程竣工后，应当有当地县级以上国土资源行政主管部门参与验收。

**第十八条** 地质灾害防治工程施工实行监理制度。地质灾害防治工程的监理必须由具有地质灾害防治监理资质的机构承担。

地质灾害防治工程监理单位必须依照法律、法规和有关技术标准、合同规定，独立、公正履行监理职责。

**第十九条** 在地质灾害易发区进行临时性的地下或者地表岩土挖掘作业，抽吸或者疏排地下水的，应当设立地面变形观测点，并制定防治地面变形和塌陷的措施。

**第二十条** 在危险斜坡或者大于五米松散土层构筑二级（含二级）以上永久性建筑物的，必须将地质灾害防治工程纳入设计书同时设计。

地质灾害防治工程没有竣工的，建设工程不得交付使用。

**第二十一条** 采矿权人应当将地质环境治理作为矿山自然生态环境治理

的必要内容，并作为矿山自然生态环境治理合同书的必备条款。采矿权人不按照合同约定履行治理责任的，由矿山所在地县级以上国土资源行政主管部门组织治理，费用由采矿权人承担。

**第二十二条** 开采地下水、地热水、矿泉水的单位和个人应当防止过量开采造成污染或者地面沉降。

**第二十三条** 单位和个人发现地质灾害发生后，应当及时向当地人民政府或者国土资源行政主管部门报告，有关人民政府和部门应当及时组织抢险救灾及灾害监测和调查。

**第二十四条** 地质灾害的成因由地质灾害发生地县级以上国土资源行政主管部门组织勘查认定。

自然形成的地质灾害，由当地人民政府组织有关部门进行治理。

人为诱发的地质灾害，由诱发的单位或者个人负责治理。诱发的单位或者个人无法组织治理的，由县级以上人民政府组织治理，治理费用由诱发的单位或者个人承担。

## 第四章　地质遗迹保护

**第二十五条** 下列地质遗迹应当予以保护，任何单位和个人不得破坏，非法挖掘、买卖或者以其他形式转让：

（一）具有科学研究价值的地质构造、地质剖面、人类史前古生物化石分布区；

（二）具有科学研究和观赏价值的奇特地质地貌景观；

（三）具有特殊学科研究和观赏价值的岩石、矿物、宝玉石及其典型产地；

（四）具有独特医疗、保健作用或者科学研究价值的温泉、矿泉、泥泉；

（五）具有科学研究价值的典型地质灾害遗迹；

（六）需要保护的其他地质遗迹。

前款所列的地质遗迹由省国土资源行政主管部门认定并设立标志。建设单位应当采取措施，防止压覆、破坏地质遗迹。

**第二十六条** 地质遗迹类型自然保护区的设立和管理，按照国家和省的有关规定执行。尚未建立保护区的，由地质遗迹所在地县级以上国土资源行政主管部门负责管理。

**第二十七条** 开发利用地质遗迹进行参观、旅游活动应当按照“积极保护、合理开发”的原则，遵守国家和省的有关规定，防止地质遗迹被破坏和污染，并缴纳地质遗迹使用费。

地质遗迹使用费应当专项用于地质遗迹保护和管理，其征收标准和使用

管理办法，由省国土资源行政主管部门提出，经省价格行政主管部门会同省财政行政主管部门审核后，报省人民政府批准。

## 第五章 法律责任

**第二十八条** 违反本条例第九条规定，拒绝向有关地质环境监测机构提供地质环境保护和地质灾害监测资料的，由县级以上国土资源行政主管部门责令补交监测资料；逾期不补交的，予以警告，并可处以一千元以上一万元以下罚款。

**第二十九条** 违反本条例第十一条规定，占用或者破坏用于地质灾害监测的场地、设施和标志的，由县级以上国土资源行政主管部门责令限期改正；逾期不改正的，可处以一万元以上五万元以下的罚款；造成损失的，依法承担民事责任。

**第三十条** 违反本条例第十五条第一款规定，在地质灾害危险区进行工程建设、采矿、伐木、开垦、削坡、采石、取土，堆放渣石、弃土，抽吸或者疏排地下水等可能诱发地质灾害活动的，由县级以上国土资源行政主管部门责令停止活动，并可处以一万元以上五万元以下罚款；造成损失的，依法承担民事责任。

**第三十一条** 违反本条例第十六条规定，评估机构弄虚作假出具虚假评估结论的，由县级以上国土资源行政主管部门没收违法所得，并处一万元以上五万元以下罚款；造成损失的，应当承担民事责任；情节严重的，移送评估资格核准机关依法处理。

**第三十二条** 违反本条例第十七条第一款规定，未取得相应资格和资质而擅自从事地质灾害危险性评估或者地质灾害防治工程勘查、设计、施工、监理活动的，由县级以上国土资源行政主管部门给予警告，责令停止违法行为，没收违法所得，并可处以一万元以上五万元以下罚款。

**第三十三条** 违反本条例第十八条第二款规定，监理单位、监理人员在监理中玩忽职守、滥用职权，造成防治工程事故的，由县级以上国土行政主管部门没收违法所得，并处以一万元以上五万元以下罚款；造成损失的，应当承担民事责任；情节严重的，移送监理资格核准机关依法处理。

**第三十四条** 违反本条例第二十二条规定，过量开采造成严重污染、地面沉降的，由县级以上国土资源行政主管部门责令停止开采行为，采取补救措施，并可处以一万元以上五万元以下罚款。

**第三十五条** 违反本条例第二十四条第三款规定，人为诱发地质灾害的责任者不履行治理责任的，由县级以上国土资源行政主管部门责令限期履行，逾期仍不履行的，除责令其承担全部治理费用外，并可处以一万元以上五万

元以下罚款。

**第三十六条** 违反本条例第二十五条规定，非法挖掘、买卖或者以其他形式转让地质遗迹的，由县级以上国土资源行政主管部门责令停止违法行为，没收违法所得，并可处以一万元以上五万元以下罚款；造成地质遗迹被破坏的，处以十万元以上二十万元以下的罚款。

**第三十七条** 违反本条例第二十七条第一款规定，造成地质遗迹被破坏或者污染的，由县级以上国土资源行政主管部门责令停止违法行为，赔偿损失；情节严重的，可责令停止经营，并处五万元以上十万元以下罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

**第三十八条** 有关行政主管部门工作人员有下列行为之一的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责：

（一）违反本条例第十条规定，未按规定发布地质灾害预报的；

（二）违反本条例第十四条规定，未按规定公布地质灾害易发区、地质灾害危险区，并在地质灾害危险区边界设立明显警示标志的；未按规定巡查或者设立警示标志和采取避险措施的；

（三）违反本条例第十五条规定，擅自批准在地质灾害危险区进行可能诱发地质灾害活动的；

（四）违反本条例规定，将地质灾害防治工程发包给没有勘查、设计、施工、监理资格的单位的；

（五）对经营者违反本条例第二十七条第一款规定，造成地质遗迹被破坏或者污染的行为，不依法查处的。

## 第六章　附则

**第三十九条** 地震灾害的防御管理适用《中华人民共和国防震减灾法》及相关法规的规定。

**第四十条** 本条例自2003年10月1日起施行。

# 广东省人民政府办公厅文件

粤府办［2004］73号

## 印发《广东省突发性地质灾害应急预案》的通知

**各地级以上市人民政府，各县（市、区）人民政府，省政府各部门、各直属机构：**

《广东省突发性地质灾害应急预案》业经省人民政府同意，现印发给你们，请按照执行。执行中遇到的问题，请迳向省国土资源厅反映。

二〇〇四年七月十九日

# 广东省突发性地质灾害应急预案

为了有效处置广东省境内发生的突发性地质灾害，提高应急工作水平，避免和减轻地质灾害造成的损失，维护人民群众生命财产安全和社会稳定，根据《地质灾害防治条例》（国务院令第394号）和《广东省自然灾害救济工作规定》（省政府令第77号），结合广东省实际，制定本预案。

## 一、总则

（一）本预案所称突发性地质灾害，是指自然因素或者人为活动引发的危害人民群众生命和财产安全的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等与地质作用有关的灾害。

（二）本预案适用于发生在广东省境内的突发性地质灾害应急工作。

（三）地质灾害按危害程度分为四个等级：

特大型：因灾死亡30人（含30人）以上，或者直接经济损失1000万元以上的；

大型：因灾死亡10人（含10人）以上30人以下，或者直接经济损失500万元以上1000万元以下的；

中型：因灾死亡3人（含3人）以上10人以下，或者直接经济损失100万元以上500万元以下的；

小型：因灾死亡3人以下，或者直接经济损失100万元以下的。

（四）地质灾害应急处置工作原则：统一领导、部门分工、分级管理、属地为主、综合协调、有备无患、快速高效。

1. 特大型地质灾害由省人民政府负责组织应急处置工作，各级人民政府全力配合。

2. 大型地质灾害由市人民政府负责组织应急处置工作，省有关部门会同市人民政府开展应急处置工作。

3. 中型地质灾害由市人民政府负责应急处置工作，省有关部门给予必要的支持与配合。

4. 小型地质灾害由当地县（市、区）人民政府负责应急处置工作

## 二、组织机构和部门职责

（一）省地质灾害防治工作领导小组。由分管副省长担任领导小组组长，省人民政府副秘书长和省国土资源厅厅长、省委宣传部副部长担任副组长。省发展改革委、经贸委、财政厅、民政厅、国土资源厅、建设厅、交通厅、水利厅、卫生厅、气象局、安全生产监管局等有关职能部门的负责同志任领导小组成员。领导小组的具体工作，由省国土资源厅承担。

领导小组的主要职责：统一领导全省地质灾害应急工作，协调解决地质灾害处置工作中的重大问题等。

（二）应急指挥部。特大型灾情发生后，灾害发生地的市、县（市、区）要成立地质灾害应急指挥部。必要时省地质灾害防治工作领导小组成员和灾害发生地市的主要领导组成地质灾害应急指挥部。

省级地质灾害应急指挥部由省地质灾害防治工作领导小组组长或副组长任总指挥。有关单位领导和人员组成应急分队。

地质灾害应急指挥部主要职责：执行省地质灾害防治工作领导小组下达的地质灾害抢险救灾任务；负责组织、协调、指导和监督特大型、大型和某些中型地质灾害的应急处置工作。

（三）省地质灾害防治工作领导小组各成员单位及有关部门，在省政府和领导小组的统一指挥、协调下，各司其职，通力合作，做好特大型地质灾害的应急处置工作；根据处置工作需要，配合市人民政府做好大型、中型地质灾害防治应急处置的有关工作。

1. 省委宣传部：负责地质灾害应急处置宣传报道的协调工作。

2. 省国土资源厅：负责省地质灾害防治工作领导小组的日常工作；建立

健全地质灾害预警体系、值班制度和灾情速报制度；发布地质灾害预警信息，按照有关规定向省人民政府和国土资源部报告灾情信息；会同省直有关部门做好抢险、救助的部署、协调、指导和监督工作；组织地质灾害调查，按照有关规定向省人民政府和国土资源部报告地质灾害调查和处置情况。

3. 省交通厅：负责组织、指挥、协调抢修因灾害损坏的交通公路设施；在危险路段设立醒目的警示标志；做好抢险救灾人员、物资以及撤离人员的紧急运输工作。

4. 省民政厅：负责及时组织、协调救灾工作；组织调运救灾物资，协助灾区各级人民政府及时设置避险场所和救济物资供应点，组织转移、安置和救济灾民；核定和报告灾情，及时向省地质灾害防治工作领导小组报告灾民救助和安置情况。

5. 省公安厅：负责组织、指挥、协调公安机关维护灾区社会治安，参与抢险救灾，积极预防和妥善处置防止因地质灾害引发的群体性治安事件，做好进出灾区道路和灾区内交通疏导工作。

6. 省水利厅：组织和督促当地水利主管部门开展水利设施沿线地质灾害的抢险、救助工作；及时向省地质灾害防治工作领导小组通报汛情动态。

7. 省发展改革委：负责安排重大救灾基建项目，协调建设资金；组织、协调救灾物资的调拨和供应。

8. 省经贸委：协调铁路邮电、通信、电力、商业、物资、医药等部门的抢险救灾工作。

9. 省农业厅：负责有关农用救灾物资的及时组织、协调和调配；协助灾区及时做好农业救灾复产工作。

10. 省卫生厅：负责调度卫生技术，及时抢救受灾伤病员，做好灾区防疫工作，监督和防止灾区疫情、疾病的传播、蔓延；及时向省地质灾害防治工作领导小组报告医疗救助和防疫情况。

11. 省信息产业厅：负责保障各级人民政府、有关行政主管部门与地质灾害发生地之间的无线电通信业务频率的正常使用。

12. 省广电局：负责抢险救灾的宣传报道工作。

13. 省气象局：负责气象信息的收集，发布地质灾害气象预报预警信息；分析、预报重点地区未来降雨和天气状况，并及时向省委、省人民政府和省地质灾害防治工作领导小组报告；组织有关市、县（市）气象局为同级党委、政府提供气象服务。

14. 省广电集团公司和省粤电集团公司：负责组织进行灾区电力设施抢修，恢复电力供应；及时向省地质灾害防治工作领导小组报告电力抢修和抢险情况。

15. 广铁集团公司：负责督促、检查本部门有关单位实施铁路沿线地质灾害的抢险和救助工作，尽快恢复铁路运输的畅通；其他地区救灾物资的铁路运输，及时向省地质灾害防治工作领导小组报告铁路运输状况。

16. 南方航空公司：负责救灾人员和物资的航空运输。

17. 省军区：负责组织协调驻粤部队和民兵预备役的抢险救助工作。

18. 省武警总队：积极参与抢险救助、维护灾区社会秩序等工作。

19. 其他有关部门按照职责分工，积极参与抢险救助工作。

（四）各市、县（市、区）人民政府可参照省的做法，切实加强本行政区域内地质灾害防治和应急处置的领导和协调工作。根据地质灾害应急处置的需要，县级以上人民政府应当紧急调集抢险的应急人员，调用物资、交通工具和相关的设施、设备；必要时可以根据需要，在抢险救灾区域范围内实施交通管制等措施。

## 三、监测和预警预报

（一）各级人民政府和国土资源主管部门要加快地质灾害预警预报体系建设，开展地质灾害调查，编制地质灾害防治规划，建设地质灾害群测群防网络和专业监测网络，形成覆盖全省地质灾害监测网络。各地在新一轮的城市总体规划、村镇规划和市、县域城镇体系规划中应增加地质灾害防治规划内容。国土资源、气象、水利等部门要密切合作，逐步建成与全省防汛监测网络、气象监测网络互联，连接省、市、县三级地质灾害信息管理系统，及时传送地质灾害险情灾情、气象和汛情信息。

（二）加强地质灾害险情巡查。各级国土资源主管部门要充分发挥地质灾害群测群防和专业监测网络的作用，进行定期和不定期的检查，加强对地质灾害重点地区的监测和防范，发现险情时，要及时向当地人民政府报告，组织群众转移避让或采取排险防治措施，并在危险区域设置警示标志。

（三）各地要严格执行汛期24小时值班制度，建立健全灾情速报制度，保障突发性地质灾害紧急信息报送渠道畅通。各级人民政府和国土资源主管部门接到地质灾害险情报告后，要立即摸清情况，并按照有关规定向同级人民政府和上一级国土资源主管部门报告，属于特大型、大型地质灾害的，在向同级人民政府和上一级国土资源主管部门报告的同时，还应直接报告省人民政府和省国土资源厅。

（四）发现地质灾害险情或灾情的单位和个人，应当立即向当地人民政府或国土资源主管部门报告。当地人民政府和村民委员会、村民小组应当根据灾情实际情况，及时动员组织受到地质灾害威胁的居民以及其他人员转移到安全地带，情况紧急时，可以强行组织避险疏散。

（五）各级国土资源主管部门和气象部门要加强联系，联合开展地质灾害气象预警预报工作。当发出某个区域有可能发生地质灾害的预警预报后，该区域的各级国土资源主管部门，要立即将预警预报信息通知到当地人民政府直至乡、镇和村庄以及重要地质灾害危险点的防灾责任人、监测人和危险区内的群众；各单位和当地人民群众要对照“防灾明白卡”和“避险明白卡”的要求，做好防灾的各项准备工作。

（六）地质灾害预报由县级以上国土资源主管部门和气象机构发布，任何单位和个人不得擅自向社会发布地质灾害预报。禁止隐瞒、谎报或者授意他人隐瞒、谎报地质灾害灾情。

## 四、应急处置工作

（一）特大型地质灾害应急处置。特大型地质灾害发生后，省、市、县（市）人民政府立即启动省、市、县三级突发性地质灾害应急预案。地质灾害发生地的县（市、区）人民政府应立即采取应急处置措施，判定地质灾害级别及诱发因素、灾害体规模等，并立即将灾情向市人民政府和国土资源局报告，同时直接上报省人民政府和省国土资源厅，在处置过程中，应及时报告处置工作进展情况，直至处置工作结束。

市人民政府接到灾情报告后，要立即向省人民政府和省国土资源厅报告，并调集有关部门和抢险救灾力量赶赴现场，开展抢险救助工作，防止灾害进一步扩大。及时将地质灾害人员伤亡、经济损失情况和调查处置结果向省委、省人民政府报告，并按照有关要求上报国务院和国土资源部。

特大型地质灾害发生后，省地质灾害防治工作领导小组成员与灾害发生地市主要领导组成地质灾害应急指挥部，启动《广东省突发性地质灾害应急预案》，按照应急工作预案，指挥抢险救灾工作。省地质灾害防治工作领导小组各成员单位和灾害发生地市人民政府，在省地质灾害防治工作领导小组的统一指挥协调下，按照职责分工，分别负责现场抢险救灾、应急队伍保障、交通运输保障、医疗保障、物资保障、通讯保障、电力保障、治安保障、生活保障、安置保障、善后处置和信息报送等工作。

（二）大型地质灾害应急处置。大型地质灾害发生后，省、市、县（市）人民政府立即启动省、市、县三级突发性地质灾害应急预案。地质灾害发生地的县（市、区）人民政府应立即采取应急处置措施，开展地质灾害应急调查，判定地质灾害级别及诱发因素、灾害体规模等，并立即将灾情向市人民政府和市国土资源主管部门报告，同时直接上报省人民政府和省国土资源厅，在应急处置过程中，还应及时续报处置工作进展情况，直至处置工作结束。

市人民政府接到灾情报告后，要迅速组织力量赶赴现场，开展抢险救助

工作，控制地质灾害进一步发展，同时要立即向省人民政府和省国土资源厅报告地质灾害情况。

省国土资源厅接到灾情报告后，要立即向省地质灾害防治工作领导小组报告，根据省地质灾害防治工作领导小组的指示，会同有关部门赶赴现场，与市人民政府共同组成地质灾害应急处置指挥部，组织开展各项抢险救助等工作；及时将地质灾害人员伤亡、经济损失情况和调查处置结果向省委、省人民政府报告，并按照有关要求上报国土资源部。

（三）中型地质灾害应急处置。中型地质灾害发生后，市、县（市）人民政府立即启动市、县两级突发性地质灾害应急预案。地质灾害发生地的县（市、区）人民政府应立即采取应急处置措施，开展地质灾害调查，判定地质灾害级别及诱发因素、灾害体规模等，并立即将灾情向市人民政府和市国土资源主管部门报告，在应急处置过程中，应及时报告处置工作进展情况，直至处置工作结束。

市人民政府接到灾情报告后，要组织市国土资源等有关部门和发生地质灾害县（市、区）人民政府开展应急处置救助工作，同时立即将有关情况向省人民政府和省国土资源厅报告。省有关部门视具体情况，派出督导组和专家组赶赴灾害现场，协助市人民政府做好地质灾害应急处置工作。市人民政府应及时组织专业技术力量开展地质灾害调查，并按照有关规定将调查处置结果上报省人民政府和省国土资源厅，由省国土资源厅将调查处置结果上报国土资源部。

（四）小型地质灾害应急处置。小型地质灾害发生后，县人民政府立即启动县级突发性地质灾害应急预案。地质灾害发生地的县（市、区）人民政府应立即判定地质灾害级别及诱发因素、灾害体规模等，并在1小时内将灾情向市人民政府和市国土资源主管部门报告，并及时报告处置工作进展情况，直至处置工作结束。

小型地质灾害应急处置工作，在县（市、区）人民政府的领导下，本县地质灾害防治工作领导小组和乡镇党委、政府组织开展地质灾害应急处置工作，县（市、区）人民政府及时组织地质灾害灾情调查，并按照有关规定将调查处置结果上报市人民政府和市国土资源主管部门。

市人民政府接到灾情报告后，要立即向省人民政府和省国土资源厅报告，并视具体情况，派出督导组和专家组赶赴灾害现场，协助县人民政府做好地质灾害应急处置工作。处置工作结束后，应将调查处置结果上报省国土资源厅。

（五）经专家组鉴定，地质灾害险情或灾情已消除，或者得到有效控制后，由当地县级人民政府撤销划定的地质灾害危险区，宣布险情或灾情应急

期结束，并予以公告。

## 五、应急保障工作

地质灾害应急防治是一项长期的、持续的、跟踪式的、深层次的和各阶段相互联系的工作，是有组织的科学与社会行为，而不是随每次灾害的发生而开始和结束的活动。因此，必须做好应急保障工作。

(一) 重视通讯与信息传递机构、人员和装备的建设和升级换代，确保在地质灾害发生前、灾害处置过程中和灾后重建中的信息畅通。

(二) 各级人民政府要根据近三年地质灾害防治工作所需经费情况，将本年度地质灾害应急抢险救灾经费纳入各级年度财政计划和预算，以确保地质灾害应急工作的顺利进行。

(三) 建立救治物资储备制度，保证抢险救灾物资的供应。有关部门、单位要建立用于灾民安置、医疗卫生以及生活必需的抢险救灾专用物资制度，确保货源供应，保证应急抢险救灾队伍技术装备的及时更新。

(四) 加强公益性地质队伍建设，加大地质灾害调查、监测和减灾工程基础工作，建立完善的信息储备和分析能力建设，满足突发性地质灾害防治工作的需要。

(五) 加强广大干部群众防灾、减灾知识的宣传普及，增强广大干部群众的防灾意识和自救互救能力。有针对性地开展应急抢险救灾演练，确保发灾后应急救助手段及时到位和有效。

(六) 各级国土资源行政主管部门应会同同级建设、水利、交通等部门制定本行政区域的地质灾害应急预案，报本级人民政府批准后公布。

## 六、附则

(一) 地震和洪水引发的地质灾害依照相关的规定处置。

(二) 本预案由省国土资源厅负责解释。

(三) 本预案自发布之日起实施。

# 参考文献


1. 郭太生. 灾难性事故与事件应急处置. 北京：中国人民公安大学出版社，2006.
2. 徐峻龄，廖小平，李荷生. 黄茨大滑坡的监测预报，见：滑坡文集（13），中国铁道出版社，1998.
3. 广东省交通厅，长安大学. 广东省交通行业突发事件应急处理技术，2006.
4. 王尚庆. 长江三峡滑坡监测预报. 北京：地质出版社，1999.
5. 刘传正. 地质灾害勘查指南. 北京：地质出版社，2000.
6. 张梁，张业成，罗元华. 地质灾害灾情评估理论与实践. 北京：地质出版社，1998.
7. 廖兴发. 地质灾害勘察与地质灾害监测评估防治技术实用手册. 世图音像电子出版社，2002.
8. 广东省国土资源厅. 广东省地质灾害危险性评估实施细则（试行）. 2004.
9. 国土资源部地质环境司. 县（市）地质灾害调查与区划基本要求. 2000 年 1 月.
10. 中国地质环境监测院. 县（市）地质灾害调查与区划基本要求实施细则. 2006 年 4 月.
11. 孙文盛. 新农村建设中的地质安全保障. 北京：中国大地出版社，2006.
12. 潘懋，李铁锋. 灾害地质学. 北京：北京大学出版社，2002.
13. 余江. 清远飞来寺泥石流地质灾害成因及预防措施. 广东地质，2003（4）.
14. 闵茂中，倪培，崔卫东，刘松玉，沈吉. 环境地质学. 南京：南京大学出版社，1994.
15. 国土资源部地质环境司，宣传中心编. 地质灾害防治知识，1998.
16. 贾永刚，李相然，韩德亮，单红仙. 环境工程地质学. 青岛：中国海洋大学出版社，2003.